



TUGAS AKHIR – TM 145648

**RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG KERTAS
BERPOLA DENGAN SISTEM ROL PRODUK
KEMASAN KUE**

**HARISYA PRAYEKTI DEWI MUTAMASITOH
NRP. 10211500010010**

**AULIA WIDYA GUMILANG
NRP. 10211500010019**

**Dosen Pembimbing
Ir. NUR HUSODO, M.S**

**Instruktur Pembimbing
JIWO MULYONO, S.Pd**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
KERJASAMA ITS – DISNAKERTRANS
PROVINSI JAWA TIMUR
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



TUGAS AKHIR – TM 145648

**RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG KERTAS
BERPOLA DENGAN SISTEM ROL PRODUK KEMASAN
KUE**

**HARISYA PRAYEKTI DEWI MUTAMASITOH
NRP. 10211500010010**

**AULIA WIDYA GUMILANG
NRP. 10211500010019**

**Dosen Pembimbing
Ir. NUR HUSODO, M.S**

**Instruktur Pembimbing
JIWO MULYONO, S.Pd**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
KERJASAMA ITS – DISNAKERTRANS
PROVINSI JAWA TIMUR
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT – TM 145648

**PROTOTYPING OF PATTERNED PAPER CUTTING
MACHINE WITH ROLLING SYSTEM**

**HARISYA PRAYEKTI DEWI MUTAMASITOH
NRP. 10211500010010**

**AULIA WIDYA GUMILANG
NRP. 10211500010019**

**Advisor
Ir. NUR HUSODO, M.S**

**Advisor Instructor
JIWO MULYONO, S.Pd**

**DEPARTMENT OF MECHANICAL INDUSTRIAL
ENGINEERING ITS – DISNAKERTRANS
EAST JAVA
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG KERTAS BERPOLA DENGAN SISTEM ROL PRODUK KEMASAN KUE

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin
Pada

Bidang Studi Elemen Mesin
Program Studi D-3 TEKNIK MESIN
DISNAKERTRANS -ITS
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Harisya Prayekti Dewi Mutamasitoh

NRP. 10 2115 000 100 10

Aulia Widya Gumilang

NRP. 10 2115 000 100 19

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



NIP. 19610421 198701 1 001

Instruktur Pembimbing

Jiwo Mulvono S.Pd
NIP. 19610511 198203 1 007

RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG KERTAS BERPOLA DENGAN SISTEM ROL PRODUK KEMASAN KUE

Nama mahasiswa : Harisya Prayekti Dewi Mutamasitoh
NRP : 10211500010010
Nama Mahasiswa : Aulia Widya Gumilang
NRP : 10211500010019
Jurusan : Departemen Teknik Mesin Industri
Kerjasama Disnakertrans FV-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Nur Husodo, M.S

Abstrak

Produksi kemasan jajanan tradisional seperti bikang, klepon, kue lumpur saat ini masih menggunakan alat bantu sederhana, salah satunya pada proses pemotongan kertas karton yang masih menggunakan *cutter* sehingga memakan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu dirancang mesin pemotong kertas berpola dengan sistem rol untuk meningkatkan produktivitas mitra.

Proses pembuatan mesin diawali dengan observasi dan mencari literatur mengenai elemen mesin yang dibutuhkan untuk merancang mesin pemotong kertas, kemudian didapat konsep mesin dan sket mesin pemotong kertas beserta ukuran yang sudah direncanakan. Setelah mendapatkan gambar dan ukuran, dilanjutkan dengan memulai membuat alat. Percobaan pengerolan dilakukan beberapa kali untuk mengetahui besar gaya pengerolan, sehingga dapat menentukan besar daya motor yang dibutuhkan pada saat proses pengerolan, serta dimensi elemen mesin yang digunakan. Untuk mengevaluasi hasil potongan kertas kemasan dilakukan uji coba mesin.

Dari hasil analisa percobaan pengerolan didapatkan gaya pemotongan kertas sebesar 13 kgf, daya motor penggerak sebesar 1 HP, sproket yang digunakan memiliki rasio putaran 1:2. Mesin pemotong kertas memiliki kapasitas produksi 900 kertas/jam dimana 1 siklus pengerolan membutuhkan 120 detik untuk menghasilkan 30 kemasan. Dari evaluasi uji coba mesin, didapat potongan kertas kemasan dengan hasil yang rapi dan seragam.

Kata kunci : *Kemasan jajanan tradisional, pemotong, kertas, sistem rol, die cutter*

PROTOTYPING OF PATTERNED PAPER CUTTING MACHINE WITH ROLLING SYSTEM

The name of student : ***Harisya Prayekti Dewi Mutamasitoh***
NRP : ***10211500010010***
The name of student : ***Aulia Widya Gumilang***
NRP : ***10211500010019***
Directions : ***Departement of mechanical industrial
engineering
Disnakertrans FV-ITS***
An Advisor : ***Ir. Nur Husodo, M.S***

Abstract

Production of traditional snack packs such as bikang, klepon, mud cake is still using simple tools, one of them on the process of cutting the cardboard paper is still using cutter so it takes a long time. Therefore it is designed a patterned paper cutting machine with roll system to improve partner productivity.

The machine-making process begins with observation and searches the literature on the elements of the machine needed to design the paper cutting machine, then obtained the concept of machine and sket paper cutting machine with the size that has been planned. After getting the image and size, proceed with start making tools. The rolling experiment is carried out several times to determine the size of the rolling force, so as to determine the amount of power required during the rolling process, as well as other engine elements. To evaluate the results of the pieces of packaging paper is done testing machine.

From the results of the analysis of rolling experiments obtained a cutting force of 13 kgf, the power of the driving force of 1 HP, the sprocket used has a ratio of 1: 2 round. The paper cutting machine has a production capacity of 900 paper / hour in which 1 rolling cycle takes 120 seconds and produces 30 packs. From the evaluation of machine testing, obtained a piece of packaging paper with a neat and uniform results.

Keywords : *Traditional snack packing, cutter, paper, roller system, die cutter*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas ramat dan hidayahnya-Nya, tugas akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG KERTAS BERPOLA DENGAN SISTEM ROL PRODUK KEMASAN KUE”** ini dapat disusun dan diselesaikan dengan lancar.

Penelitian yang kami lakukan dalam rangka menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir yang merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi D3 Departemen Teknik Mesin Industri Kerjasama Disnakertransduk Fakultas Vokasi - ITS, sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan. Selain itu penelitian ini juga merupakan suatu bukti nyata yang diberikan almamater dalam rangka pengabdian masyarakat dalam bentuk teknologi tepat guna. Banyak pihak yang telah membantu selama pengerjaan penelitian ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan tarima kasih kepada :

1. Allah SWT dan junjungan besar kami, Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan ketenangan dalam jiwa kami.
2. Bapak dan Ibu tercinta beserta kakak, adik, anggota keluarga, dan orang - orang yang kami cintai atas doa dan dukungannya.
3. Bapak Ir. Nur Husodo, M.S dosen pembimbing mata kuliah Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada kami.

4. Bapak Jiwo Mulyono, S.Pd selaku koordinator program studi D3 Teknik Mesin di UPT-PK Disnakertransduk Surabaya.
5. Bapak Ir. Suhariyanto, MT selaku koordinator mata kuliah tugas akhir.
6. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri yang telah memberikan bimbingan.
7. Bapak Dosen tim penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan dan pengembangan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh dosen dan staf pengajar Departemen D3 Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS, yang telah memberikan ilmunya dan membantu selama menimba ilmu di bangku kuliah.
9. Seluruh Keluarga DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI - ITS serta berbagai pihak yang belum tertulis dan yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah berperan dalam pengerjaan penyusunan laporan ini.

Semoga segala keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang terbaik dari Tuhan Yang Maha Esa, Amin..

Karena keterbatasan waktu dan kemampuan penulis, sebagai manusia biasa kami menyadari dalam penulisan ini masih terdapat beberapa kesalahan, keterbatasan, dan kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharap kritik dan saran membangun sebagai masukan untuk penulis dan kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga dengan penulisan

Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan, mahasiswa D3 Teknik Mesin Kerjasama Disnakertransduk Fakultas Vokasi - ITS pada khususnya.

Surabaya, 9 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
1.6 Manfaat.....	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Daya yang dibutuhkan	5
2.3 Perencanaan Rantai	6
2.3.1 Daya Desain	6
2.3.2 Pemilihan Nomor Rantai	6
2.3.3 Diameter Sproket.....	6
2.3.4 Kecepatan Rantai	7
2.3.5 Panjang Rantai	7
2.3.6 Gaya pada Rantai.....	8
2.4 Perencanaan Poros.....	8
2.4.1 Hal-hal Penting dalam Perencanaan	9
2.4.2 Bidang Horizontal dan Vertikal.....	10
2.4.3 Momen Torsi	11
2.4.4 Momen Gabungan	11
2.4.5 Diameter Poros	11

2.5 Perencanaan Pasak.....	12
2.5.1 Kedudukan Pasak Benam	13
2.5.2 Perhitungan Pasak Datar Segi Empat	14
2.6 Perencanaan Bantalan.....	18
2.6.1 Gesekan Pada Bantalan	20
2.6.2 Beban Ekvivalen.....	21
2.6.3 Umur Bantalan.....	22
2.7 Kapasitas Mesin	23
BAB 3 METODOLOGI.....	25
3.1 Diagram Alir.....	25
3.2 Tahapan Proses Pembuatan	26
3.3 Prosedur Pengoprasian Mesin	29
3.4 Desain Mesin.....	29
3.5 Desain Rol	31
3.6 Desain Die Cutter	31
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Percobaan Pengerolan	33
4.2 Analisa Daya	34
4.3 Perhitungan Rantai	35
4.3.1 Daya Desain.....	35
4.3.2 Nomor Rantai	35
4.3.3 Perbandingan Putaran Sproket.....	35
4.3.4 Diameter Sproket.....	36
4.3.5 Kecepatan Rantai.....	36
4.3.6 Panjang Rantai	37
4.3.7 Gaya Yang Terjadi Pada Rantai	37
4.4 Perencanaan Poros Moving Roll	38
4.4.1 Bahan Poros.....	38
4.4.2 Gaya dan Momen pada Arah Horizontal	38
4.4.3 Gaya dan Momen Arah Vertikal	42
4.4.4 Momen terbesar	47
4.4.5 Momen Torsi	47
4.4.6 Diameter poros	47
4.4 Perencanaan Poros Adjustable Roll.....	48

4.5.1 Gaya dan Momen Arah Horizontal.....	48
4.5.2 Gaya dan Momen Pada Arah Vertikal	52
4.5.3 Momen Terbesar	55
4.5.4 Momen Torsi	55
4.5.5 Diameter Poros	56
4.6 Perencanaan Bantalan pada Moving Roll.....	56
4.6.1 Gaya Radial	57
4.6.2 Beban ekivalen pada bantalan	58
4.6.3 Umur bantalan	59
4.7 Perencanaan Bantalan pada Adjustable Roll	59
4.7.1 Gaya Radial Bantalan	60
4.7.2 Beban Ekivalen Pada Bantalan.....	61
4.7.3 Umur Bantalan	62
4.8 Perencanaan Pasak.....	62
4.8.1 Bahan Pasak	62
4.8.2 Gaya Pada Pasak	63
4.8.3 Panjang Pasak Ditinjau dari Tegangan Geser	63
4.8.4 Panjang Pasak Ditinjau dari Tegangan Kompresi	64
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....
BIOGRAFI.....

DAFTAR GAMBAR

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
Gambar 2.1 Konstruksi Poros, Pasak Dan Hub	13
Gambar 2.2 Kedudukan Pasak Pada Porosnya	14
Gambar 2.3 Tegangan Geser pada Pasak	15
Gambar 2.4 Tegangan Kompresi pada Pasak	17
Gambar 2.5 Panjang pasak (L)	18
Gambar 2.6 Ball Bearing	20
BAB 3 METODOLOGI	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi	25
Gambar 3.2 Design 3D Mesin	27
Gambar 3.3 Gambar 3D Mesin	30
Gambar 3.4 Desain Rol	31
Gambar 3.5 Desain Die Cutter	32
BAB 4 PEMBAHASAN	33
Gambar 4.1 Pengujian Gaya Mekanis.	33
Gambar 4.2 Free Body Diagram.	38
Gambar 4.3 Gaya Momen Horizontal.	38
Gambar 4.4 Potongan 1-1	39
Gambar 4.5 Potongan 2-2	40
Gambar 4.6 Gaya Momen vertikal.	42
Gambar 4.7 Potongan 1-1	43
Gambar 4.8 Potongan 2-2	44
Gambar 4.9 Potongan 3-3	46
Gambar 4.10 Free Body Diagram.	48

Gambar 4.11 Gaya Momen Horizontal.	48
Gambar 4.12 Potongan 1-1	49
Gambar 4.13 Potongan 2-2	50
Gambar 4.14 Gaya Momen Vertikal.	52
Gambar 4.15 Potongan 1-1	53
Gambar 4.16 Potongan 2-2	54
Gambar 4.17 Dimensi Pasak.	62
Gambar 4.18 Luasan Tegangan Geser Pada Pasak.	63
Gambar 4.19 Luasan Tegangan Kompresi pada Pasak.	64

DAFTAR TABEL

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
Tabel 2.1 Harga rata-rata koefisien gesek pada bearing	21
Tabel 2.2 Ball Bearing Service Factors	22
BAB 4 PEMBAHASAN	33
Tabel 4.1 Pengujian Gaya	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

UKM UD Mat Ya berlokasi di Desa Denok Kabupaten Lumajang, adalah industri rumahan yang memproduksi kemasan jajanan tradisional seperti bikang, klepon, kue lumpur, dll. UD Mat ya mampu memproduksi kemasan jajanan tradisional 100 lusin perhari dimana setiap lusinnya berharga Rp. 1000,- maka setiap hari penghasilan kotor (omzet) Rp.100.000,- dengan tenaga kerja 2 (dua) orang (pemilik). Permasalahan yang dihadapi UD Mad Ya adalah proses pemotongan (*shear*) kertas karton yang masih sangat sederhana menggunakan peralatan seadanya berupa cutter, dan mal, sehingga memakan waktu yang lama jika dibandingkan permintaan pasar yang banyak. Prosesnya yaitu dengan mal pola kemasan dijiplak pada kertas karton, kemudian mengguntingnya satu-persatu dengan cutter. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan kapasitas produksi, perlu diterapkan alat bantu pemotong kertas berpola yang efektif dan efisien sehingga mendapat potongan yang uniform dalam waktu yang relatif singkat.

Berdasarkan uraian di atas, maka melalui tugas akhir ini dibuat “*Rancang Bangun Mesin Pemotong Kertas Berpola dengan Sistem Roll Produk Kemasan Kue*”. Mesin ini dilengkapi dengan dua buah silinder untuk rol, motor, *speed*

reducer, dan *steel die cutter*. Prinsip kerja mesin pemotong ini, lembaran kertas karton di letakkan di atas papan *die cutter* berbentuk pola-pola kemasan kue, lalu *die cutter* dan lembaran karton tersebut diberi tekanan dengan cara di masukkan pada dua buah silinder roll yang diputar dengan motor yang dihubungkan menggunakan rantai dan sproket, sehingga menghasilkan hasil potongan kertas kemasan sesuai dengan pola. Dalam satu kali proses pengerolan, mampu mengerol hingga 3 tumpuk karton ukuran (220 x 580) mm dalam waktu 2 menit, perlembar karton menghasilkan 10 biji kemasan. Oleh karena itu, melalui mesin pemotong kertas berpola ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas kemasan makanan sesuai dengan permintaan pasar.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1 Bagaimana membuat dan merancang mesin pemotong kertas berpola yang menghasilkan produk kemasan kue dengan hasil potongan yang uniform serta kapasitas lebih banyak dibandingkan proses manual ?
- 2 Bagaimana melakukan perhitungan gaya, putaran, daya, dan elemen mesin untuk menentukan dan merancang mesin pemotong kertas berpola ?
- 3 Bagaimana menghitung kapasitas produksi mesin pemotong kertas ?

1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1 Mewujudkan Mesin Pemotong Kertas Berpola produk Kemasan Kue dengan hasil potongan yang uniform serta kapasitas lebih banyak dibandingkan proses manual.
- 2 Melakukan perhitungan gaya, putaran, daya, dan elemen mesin lainnya untuk menentukan dan merancang mesin pemotong kertas berpola
- 3 Melakukan perhitungan kapasitas produksi mesin pemotong kertas.

1.4 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan adalah kertas karton (duplex).
2. Kekuatan rangka mesin (sambungan las), dan keseimbangan rangka pada mesin tidak dihitung atau dinyatakan aman.
3. Desain pola pemotongan tidak dibahas atau dinyatakan aman.
4. Kekuatan pisai pola pemotongan tidak dihitung, di bahas, atau dianggap aman.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang penulisan, permasalahan yang diangkat, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.

BAB II Dasar Teori

Membahas tentang teori serta konsep sistem roll dan komponen-komponen yang berkaitan dengan mesin plong kertas.

BAB III Metodologi

Membahas tentang diagram alir beserta penjelasan, dan menjelaskan prinsip kerja mesin plong kertas.

BAB IV Perancangan dan Perhitungan

Membahas tentang perencanaan dan perhitungan analisa gaya-gaya dan sistem roll yang terjadi.

BAB V Penutup

Membahas tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran-saran penulis.

1.6 Manfaat

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan produktivitas industri rumahan kesamaan jajanan pasar dengan mempercepat proses pemotongan kertas karton.
2. Dapat menghasilkan produk kemasan jajanan pasar yang diharapkan dan sesuai.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan pustaka

Perencanaan, penelitian, dan uji kinerja mesin pemotong kertas pernah dilakukan oleh *Angga Buana Putra dan Bobby Arya Sanjaya (2004)*, merancang alat pemotong kertas dokumen untuk menghancurkan kertas tidak terpakai dengan menggunakan 2 buah pisau rol diameter 45 mm dengan alur sama, ujung pisau rol dibuat cekung dan clearance. Daya motor yang digunakan 0,25 HP 1 Phase 1400 rpm dilengkapi speed reducer ratio 1:20. Belt tipe A. Kerangka st 37. Dapat memotong kertas dengan lebar maksimum 210 mm.

Berdasarkan tinjauan pustaka diatas, untuk membuat mesin pemotong kertas berpola dengan sistem rol digunakan konsep yang berbeda, dimana untuk menghasilkan bentuk kemasan yang bermacam-macam, pisau pemotong tidak melekat langsung pada rol, melainkan dibuat papan *die cutter* yang terpisah dari rol sehingga memudahkan dalam pemotongan dengan beragam pola.

2.2 Dasar teori

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai perencanaan daya yang digunakan, rantai dan sproket, poros, pasak, dan bantalan.

2.2.1 Daya yang Dibutuhkan

Setelah pembuatan mesin dilakukan pengukuran gaya untuk mendapatkan besar torsi, setelah itu besar daya yang dibutuhkan pada proses pengerolan dapat dihitung menggunakan rumus :

$$T = Fr \times r \quad (2.1)$$

$$T = 71620 \frac{P}{n}$$

$$P = \frac{T.n}{71620} \quad (2.2)$$

Dimana:

T = torsi

F_{max} = gaya pengerolan maksimal

r = jari-jari sproket

N = daya

n = putaran motor

Pd = daya desain

2.3 Perencanaan Rantai

Dalam sub-bab ini menjelaskan tentang perencanaan rantai yang akan digunakan untuk menggerakkan bagian-bagian yang ada dalam mesin yang akan dibuat.

2.3.1 Daya Desain

Daya perencanaan diperoleh dari :

$$Pd = fc \times P \quad (2.3)$$

Dimana :

fc = faktor koreksi

P = daya pengerolan

2.3.2 Pemilihan Nomor Rantai

Untuk memilih besarnya rantai yang sesuai dengan daya dan putarannya, maka dapat menggunakan gambar diagram pemilihan rantai.

2.3.3 Diameter Sproket

Diameter sproket dihitung dengan menggunakan rumus :

$$D = \frac{p}{\sin(\frac{180}{Nt})} \quad (2.4)$$

Dimana :

P = pitch

Nt = jumlah gigi

2.3.4 Kecepatan Rantai

Kecepatan rantai biasanya diartikan sebagai jumlah panjang (meter) yang masuk ke dalam sproket tiap satuan waktu (menit), sehingga dapat dinyatakan dengan :

$$V = \frac{\pi.D.n}{60.1000} \quad (2.5)$$

Dimana :

V = kecepatan keliling sproket (m/s)

D = diameter sproket (mm)

n = putaran motor (rpm)

2.3.5 Panjang Rantai

Panjang rantai yang diperlukan dalam transmisi sproket dihitung berdasarkan jumlah *pitch*, sehingga perhitungan panjang rantai secara pendekatan dapat dihitung dengan persamaan :

$$L = P \left(\frac{2 x C}{P} + \frac{N_{t1} + N_{t2}}{2} + \frac{N_{t1} - N_{t2}}{4\pi^2 x \frac{C}{P}} \right) \quad (2.6)$$

Dimana :

P = Pitch (mm)

C = Jarak antar poros (mm)

N_{t1} = jumlah gigi sproket penggerak

N_{t2} = jumlah sisi sproket yang digerakkan

2.3.6 Gaya Pada Rantai

Besarnya gaya pada rantai dapat diperoleh dari persamaan :

$$F = \frac{T_1}{r_1} \quad (2.7)$$

Dimana :

F = gaya pada rantai

r = jari-jari sproket

2.4 Perencanaan Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir setiap mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peran utama seperti itu dipegang oleh poros. Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut: (*Sumber : Sularso, 2004 Halaman 1*)

1. Poros Transmisi (line shaft)

Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntung dan lentur. daya ditransmisikan kepada poros melalui kopling, roda gigi, belt, sproket atau rantai,dll.

2. Spindel

Poros yang pendek, seperti poros utama mesin perkakas, beban utamanya adalah puntir. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasi yang terjadi harus kecil, bentuk dan ukurannya harus teliti.

3. Gandar

Poros ini dipasang antara roda – roda kereta api, tidak mendapat beban puntir dan tidak berputar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali bila digerakkan oleh penggerak mula, maka poros akan mengalami beban puntir.

2.4.1 Hal-Hal Penting dalam Perencanaan

Untuk merencanakan sebuah poros, hal-hal berikut ini perlu diperhatikan :

(Sumber : Sularso, 2004 Halaman 1)

1. Kekuatan poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur seperti telah diutarakan di atas. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin, dll.

Kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan. Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban diatas.

2. Kekakuan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan puntirannya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak-telitian (pada mesin perkakas) atau getaran dan suara (misalnya pada turbin dan kotak roda gigi).

Karena itu, disamping kekuatan poros, kekakuannya juga diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan dilayani poros tersebut.

3. Putaran kritis.

Jika putaran mesin dinaikkan dan menimbulkan getaran yang cukup besar maka getaran itu disebut putaran kritis. Oleh sebab itu maka poros harus direncanakan sedemikian rupa sehingga putaran poros lebih rendah dari putaran kritis.

4. Korosi

Bahan – bahan anti korosi harus dipilih untuk propeller dan pompa bila terjadi kontak dengan media yang korosif. Demikian pula untuk poros yang terjadi kavitasi pada poros mesin yang berhenti lama.

2.4.2 Bidang Horizontal Dan Vertikal

Gaya yang bekerja untuk setiap titik pada poros dan jarak antara titik satu dengan yang lain ditentukan. Dengan mengacu pada persamaan $\sum F = 0$ dan $\sum M = 0$, maka momen

bending dan gaya yang bekerja pada poros untuk bidang horizontal dan vertikal dapat dihitung.

Setelah menghitung gaya dan momen bending yang terjadi maka dibuat diagram bidang momen. Dengan membuat diagram bidang momen tersebut kita akan bisa melihat letak momen terbesar pada poros.

2.4.3 Momen Torsi

Untuk mencari besar momen puntir pada poros dapat ditentukan menggunakan rumus:

(Sumber : Sularso, 2004 Halaman 7)

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_2}$$

(2.8)

Dimana :

T = Momen puntir ; kgf.mm

P_d = Daya rencana ; kW

2.4.4 Momen Gabungan

Untuk mencari momen resultan pada poros dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

(Sumber : deustchmant, 1975 Halaman 338)

$$M = \sqrt{(M_H)^2 + (M_V)^2} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

M = Momen bending gabungan ; kgf.mm

M_H = Momen bidang horizontal ; kgf.mm

M_v = Momen bidang vertikal ; kgf.mm

2.4.5 Diameter Poros

Ada suatu cara perhitungan yang populer dimana dicari lebih dahulu momen puntir ekuivalen yang dihitung menurut teori tegangan geser maksimum, dan momen lentur yang diperoleh dengan teori tegangan normal maksimum (τ_{max}). (Sumber : Sularso, 2004 Halaman 8)

Maka dengan menggunakan teori tegangan geser maksimum dan penggabungan momen dan torsi, didapatkan pertambahan rumus:

(Sumber : deustchmant, 1975 Halaman 338)

$$\tau_{max} = \frac{0,5 S_{yp}}{N} = \frac{16}{\pi \cdot D^3} \sqrt{M^2 + T^2}$$

Untuk mencari diameter poros dapat diuraikan menjadi:

$$D_p = \sqrt[3]{\frac{16 N}{0,5 s_{yp} \cdot \pi} \sqrt{M^2 + T^2}} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

τ_{max} = tegangan geser maksimum ; psi

D = diameter poros ; mm

S_{yp} = kekuatan tarik ; psi

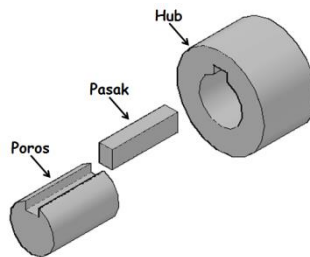
N = faktor keamanan

2.5 Perencanaan Pasak

Pasak adalah suatu elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian elemen mesin seperti roda gigi, sproket, pullet, kopling dll. Momen diteruskan dari poros ke naf atau dari naf ke poros.

Fungsi yang serupa dengan padak dilakukan pula pada spiline dan gerigi yang mempunyai gigi luar pada poros dan gigi dalam dengan jumlah gigi sama pada naf dan saling terkait yang satu dengan yang lain.

(Sumer : Sularso, 2004 Halaman23)

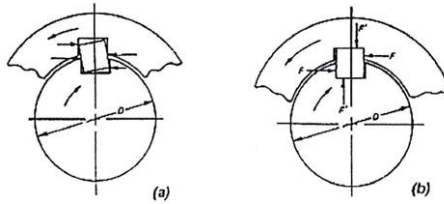


Gambar 2.1 Konstruksi Poros, Pasak Dan Hub

2.5.1 Kedudukan Pasak Benam

Kelonggaran yang mungkin terjadi pada sebuah komponen (pasak) yang menjadikan masalah pada analisis tegangan kompleks yang tidak sepenuhnya dipahami. Pada gambar 2.2 a mengilustrasikan tentang bagaimana posisi pasak diputar menghasilkan distribusi tegangan yang parah dan kompleks di sisi dan di tepi dari pasak.

(Sumer : deustchmant, 1975 Halaman 365)



Gambar 2.2 Kedudukan Pasak Pada Porosnya

- a. A Loose fit in the keyway
- b. A tight fit in the keyway

Untuk menghindari terjadinya hal tersebut, maka toleransi harus diperhatikan dengan baik. Pemasangan yang tepat dapat dilihat gambar 2.2 b Membuat distribusi tegangan yang merata di sepanjang pasaknya, dan hal ini akan memudahkan perhitungan-perhitungan pasaknya.

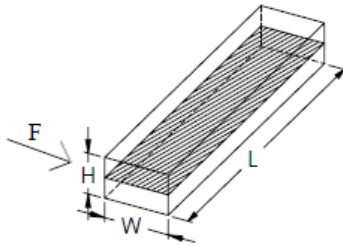
2.5.2 Perhitungan Pasak Datar Segi Empat

Analisis perhitungannya pada pasak dapat dilakukan ketika poros berputar untuk mentransmisikan daya ke hub dengan perantara pasak, maka pada pasak akan terjadi tegangan geser dan tegangan kompresi akibat putaran poros.

- Tinjauan terhadap tegangan geser

Jika momen rencana dari poros adalah T (kg.mm) dan diameter poros d_s (mm), maka gaya tangensial F (kg) yang terjadi pada permukaan poros seperti pada gambar 2.8.

(Sumber : Sularso, 2004 Halaman 25)



Gambar 2.3 tegangan geser pada pasak

Maka gaya geser yang bekerja pada penampang mendatar $W \times L$ oleh gaya F . Dengan demikian tegangan geser (kg/mm^2) yang ditimbulkan adalah

(Sumber : Deutschmen, 1975 Halaman 366 - 367)

$$T = \frac{F}{D/2}$$

$$S_s = \frac{F}{A} = \frac{F}{W.L} = \frac{2T}{W.L.D}$$

Dimana :

W = lebar ; mm

L = panjang ; mm

$$S_s = \frac{0,58 \times Syp}{N}$$

Untuk mencari panjang (L) pasak terhadap tegangan geser menggunakan rumus:

(Sumber : Deutschmen, 1975 Halaman 367)

$$L = \frac{2T}{S_s W D}$$

Dari uraian di atas, maka dapat disederhanakan menjadi rumus baru untuk mencari panjang pasak minimum yaitu:

$$\tau_s \leq |\tau_s|$$

$$\frac{F}{A} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{F}{0,5 H L} \leq \frac{0,58 S_{yp}}{N}$$

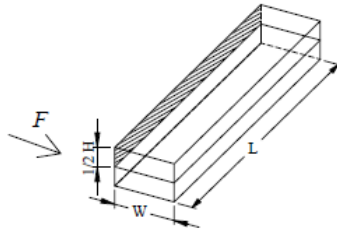
$$L \geq \frac{2 T N}{W D \cdot 0,58 S_{yp}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Harga faktor keamanan menurut buku sularso tahun 2004 halaman 25, angka faktor keamanan sebagai berikut:

- 1 – 1,5 = beban yang dikenakan secara perlahan-lahan
- 1,5 – 3 = dikenakan tumbukan ringan
- 2 – 5 = dikenakan secara tiba-tiba tumbukan berat.
- Tinjauan terhadap tegangan kompresi

Sesuai dengan syarat untuk pasak datar segi empat yaitu setengah dari tinggi pasak masuk ke dalam poros dan setengahnya lagi masuk pada “hub” yang terkena gaya sehingga menyebabkan terjadi tegangan kompresi pada

setengah permukaan samping seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.4 tegangan kompresi pada pasak

Maka tegangan kompresi akibat gaya tangensial F pada permukaan pasak adalah:

(Sumber : Deutschmen, 1975 Halaman367)

$$T = \frac{F}{0,5 D/2}$$

$$S_c = \frac{F}{A} = \frac{F}{(W/2) L} = \frac{4T}{W.L.D}$$

Dimana :

A = luas bidang kompresi pada pasak

$$= 0,5 H \times L$$

$$S_c = S_{yp} / N$$

Untuk mencari panjang (L) pasak terhadap tegangan kompresi menggunakan rumus:

(Sumber : Deutschmen, 1975 Halaman367)

$$L = \frac{4 T}{S_c W D}$$

Dari uraian di atas, maka dapat disederhanakan menjadi rumus baru untuk mencari panjang pasak minimum yaitu:

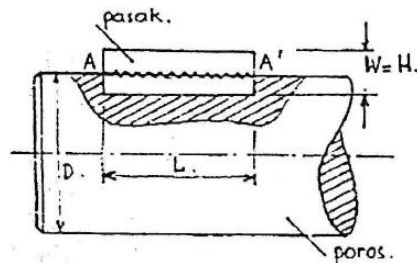
$$\sigma_c \leq |\sigma_c|$$

$$\frac{F}{A} \leq \frac{S_{cyp}}{N}$$

$$\frac{F}{0,5 HL} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$L \geq \frac{F N}{0,5 H D S_{yp}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dari kedua tinjauan tegangan diatas, maka besarnya panjang pasak (L) dapat dihitung. Panjang yang dihasilkan ini merupakan panjang minimum namun aman terhadap tegangan-tegangan tersebut.



Gambar 2.5 Panjang pasak (L)

2.6 Perencanaan Bantalan

Bantalan atau yang sering disebut Bearing adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga

putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik, maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja seperti semestinya.

(Sumber : Sularso, 2004 Halaman103)

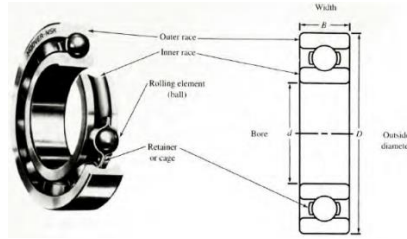
Bantalan dapat diklasifikasikan atas dasar gerakan bantalan terhadap poros yaitu:

1. Bantalan luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros yang berputar dan bersentuhan langsung dengan bearing yang diam. Lapisan pelumas sangat diperlukan untuk memperkecil gaya gesek dan temperatur yang timbul akibat gesekan tersebut.

2. Bantalan gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam, bagian yang berputar adalah bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.



Gambar 2.6 Ball Bearing

2.6.1 Gesekan Pada Bantalan

Gesekan bantalan sangat dipengaruhi seperti *slip* oleh koefisien gesek antar roll. Berdasarkan akumulasi data uji, rata-rata koefisien gesekan untuk beberapa jenis bantalan yang diukur pada permukaan poros. Penting untuk diketahui untuk ditekanakan bahwa nilai untuk koefisien gesek diberikan dalam tabel memerlukan modifikasi jika terjadi perubahan suhu, beban, kecepatan, dan pelumasan yang nyata dari kisaran operasi normal pada faktor ini.

(Sumber : Deutschmen, 1975 Halaman 482)

No	Tipe Bearing	Start		Berjalan	
		Radial	Aksial	Radial	Aksial
1	Ball Bearing	0,0025	0,0060	0,0015	0,0040
2	Spherical Roller Bearing	0,0030	0,1200	0,0018	0,0080
3	Cylindrical Roller Bearing	0,0020	---	0,0011	---

Tabel 2.1 Harga rata-rata koefisien gesek pada bearing

2.6.2 Beban Ekivalen

Sesuai dengan definisi dari AFBMA yang dimaksud dengan Beban equivalent adalah beban radial yang konstan dan bekerja pada bantalan dengan ring dalam berputar sedangkan ring luar tetap. Ini akan memberikan umur yang sama seperti pada bantalan bekerja dengan kondisi nyata untuk beban dan putaran yang sama. Untuk menghitung beban equivalent menggunakan rumus :

(Sumber : Deutchman, 1975 : 485 dan 486)

$$P = F_s (X \cdot V \cdot F_R + Y F_a) \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

P= beban equifalen ; lb

F_s = Faktor pelayanan

F_a = beban aksial ; lb

F_r = beban radial ; lb

X = konstanta beban radial

V = faktor beban radial

ring dalam yang berputar $V = 1$

ring luar yang berputar $V = 1,2$

Y = konstanta beban aksial

Type Of Service	Multiply Calculated Load	
	Ball Bearing	Roller Bearing
Uniform and study load	1,0 1,5	1,0 1,0
Light shock load	2,0	1,3
Moderate shock load	2,5 3,0	1,7 2,0
Heavy shock load		
Extreme and interminate shock load		

Tabel 2.2 Ball Bearing Service Factors

(Sumer : Deutchman, 1975 : 489)

2.6.3 Umur Bantalan

Peringkat beban dasar (umur bantalan) untuk bantalan berbeda yang dilambang dengan C yang tercantum pada lampiran. Nilai C bergantung pada factor yang sama untuk menentukan C_0 kecuali parameter tambahan mengenai geometri pemuatan. Untuk menghitung umur bantalan dapat menggunakan rumus: .

(Sumer : Deutdschman, 1975 : 485)

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^b \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

L_{10} = umur bantalan dalam jutaan revolusi pada
10% kegagalan; jam kerja

C = diperoleh dari tabel bantalan sesuai dengan
diameter dalam bantalan yang diketahui ; lb

P = beban equivalent ; lb

b = 3, untuk bantalan dengan bola
= 10/3 untuk Bantalan Rol

n = putaran poros ; rpm

2.7 Kapasitas Mesin

Untuk dapat mengetahui kapasitas mesin
menggunakan persamaan:

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{kuantitas}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

Kapasitas = kapasitas mesin ; *pcs/Jam*

Kuantitas = jumlah produk ; pcs

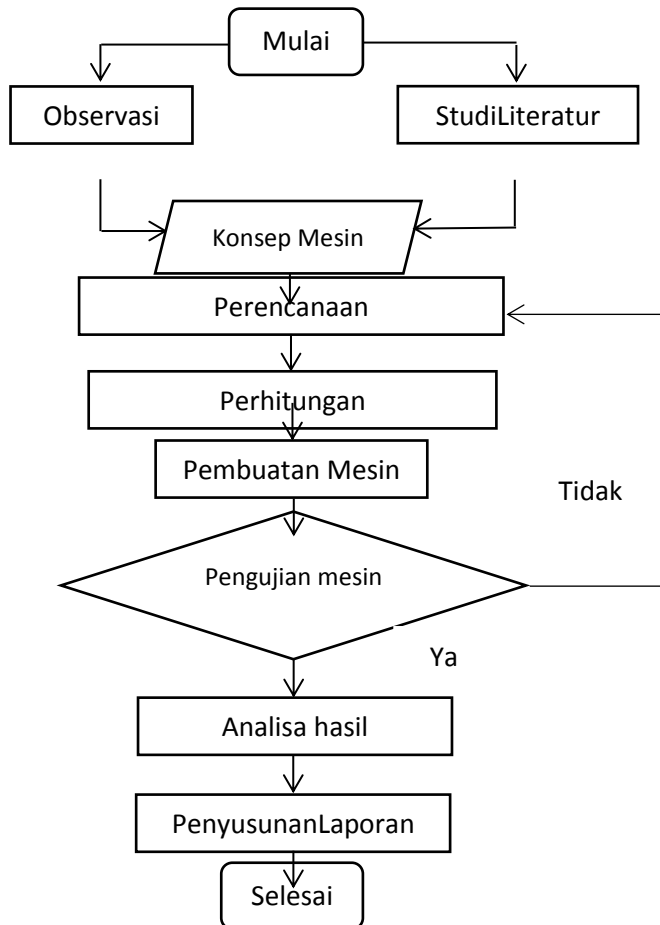
Waktu = waktu proses ; jam

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Proses pembuatan dan penyelesaian Tugas Akhir ini digambarkan dalam diagram alir atau *flow chart* di bawah ini



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi

3.2 Tahapan Proses Pembuatan

Proses dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi atau studi lapangan ini dilakukan dengan survei langsung ke UD. Mad Ya yang memproduksi kemasan jajanan tradisional milik Bpk. Rahmat di Desa Denok RT.2 RW.2, Lumajang. Dari hasil observasi didapatkan permasalahan pada proses pemotongan kertas karton yang memakan waktu cukup lama karena masih menggunakan cara manual dengan cara menumpuk kertas hingga 3 lapisan kemudian dibentuk sesuai cetakan dan dipotong menggunakan *cutter*. Untuk produksi dalam sehari, UD. Mad Ya mampu membuat kemasan jajanan tradisional 100 lusin perhari.

2. Studi Literatur

Melakukan studi pustaka melalui internet, buku/*text book*, diktat yang mengacu pada referensi, dan tugas akhir yang berkaitan. Proses perencanaan menggunakan data-data untuk mengetahui prinsip mekanisme alat dengan permasalahan perencanaan. Dengan tujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan mesin-mesin terdahulu sebagai bahan referensi perancangan mesin yang lebih baik dan mudah dioperasikan. Selain itu untuk mengetahui literatur yang sesuai dalam perhitungan dan perencanaan komponen yang digunakan dalam pembuatan mesin pemotong kertas.

3. Konsep

Dari observasi dan studi literatur didapatkan data dan permasalahan. Maka konsep mesin yang dibuat yaitu membuat mesin pemotong kertas dengan kecepatan putar rol 56 rpm. Lebar celah antar rol dapat diatur sesuai ketebalan *die cutter* dan banyaknya kertas. *Die cutter* dan rol terbuat dari bahan *food grade*. Serta mendapat sket mesin pemotong kertas dengan sistem pengerolan.

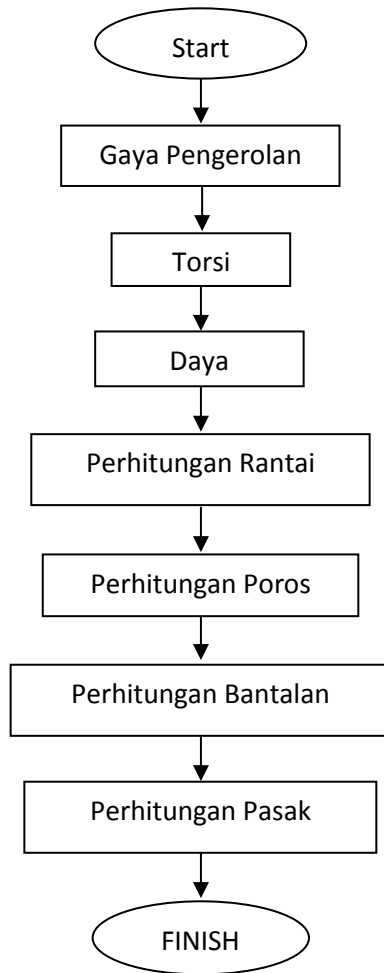
4. Perencanaan

Dari konsep yang telah dibuat, maka dilakukan perencanaan meliputi bahan dan dimensi mesin. Pada bahan yang bersentuhan langsung dengan produk, akan menggunakan PE agar higienis pada proses pemotongnya.



Gambar 3.2 Design 3D Mesin

5. Perhitungan



Gambar 3.3 Diagram Alir Perhitungan

Setelah perencanaan dibuat, maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan kesesuaian dari dimensi yang telah ditentukan dengan gambar 3D mesin yang telah dibuat. Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan:

- a) Gaya untuk pemotong kertas pada proses pengerolan agar didapatkan daya motor yang sesuai.
- b) Perencanaan elemen mesin seperti Rantai dan sproket, poros, pasak, dan bearing yang sesuai dengan perhitungan perencanaan.

6. Pembuatan Mesin

Dari *design* dan perhitungan, dapat diketahui dimensi mesin beserta dimensi komponen-komponen yang ada. Proses pembuatan dilakukan secara berurutan dari melihat design, pembuatan rangka hingga pemasangan komponen-komponen yang dibutuhkan sesuai dengan design yang dibuat.

7. Pengujian mesin

Setelah alat selesai dibuat maka dilakukan pengujian dengan mengoperasikan alat tersebut. Dalam pengujian ini nantinya akan dilihat apakah mesin sudah beroperasi secara baik, serta akan dibandingkan hasil dari benda yang dihasilkan oleh proses pemotongan manual dengan alat yang dirancang saat ini.

8. Analisa hasil

Dari analisa hasil pengujian didapatkan data-data yang nantinya digunakan sebagai pembuatan dan penyusunan laporan.

9. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan proses akhir dalam pengerjaan tugas akhir ini. Dalam penyusunan laporan

dilampirkan mengenai proses perencanaan sampai pada hasil yang dicapai.

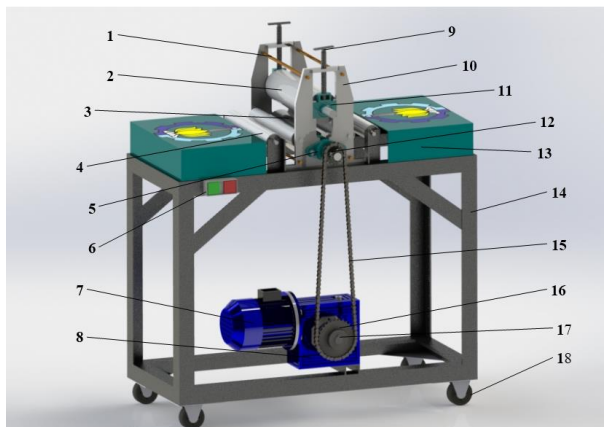
3.3 Prosedur Pengoperasian Mesin

Proses pemotong kertas dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tekan tombol on/hijau untuk menyalakan mesin.
2. Letakkan kertas karton di atas die cutter (max 3, disarankan 2).
3. Masukkan tumpukan karton dan die cutter pada celah rol.
4. Pisahkan potongan karton yang sudah di rol dari die cutter.
5. Ulangi dari langkah 2 sesuai kebutuhan.
6. Tekan tombol off/merah untuk mematikan mesin.
7. Selesai.

3.4 Desain Mesin

Sket mesin yang diperoleh pada proses konsep direalisasikan pada pembuatan design dibawah ini.



Gambar 3.4 Gambar 3D Mesin

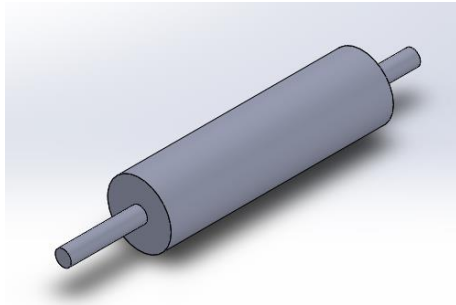
Keterangan :

1. Baut Stut M10
2. *Adjustable Roll*
3. *Moving Roll*
4. *Roller Conveyor*
5. Pillow Bearing tipe SPFL
6. Tombol On Off
7. Motor AC 1 HP
8. Speed Reducer
9. Baut Stut 5/8 Pengatur Jarak Rol
10. Dudukan Rol
11. Pillow Bearing tipe UCT
12. *Driven Sprocket*
13. Penutup Rangka
14. *Frame*
15. Rantai
16. *Drive Sprocket*
17. Pasak
18. Roda

3.5 Desain Rol

Rol menggunakan 2 jenis bahan yang berbeda. Rol putar bawah menggunakan pipa baja tebal 10 mm dengan diameter luar 100 mm, serta panjang 350 mm. Rol atas menggunakan bahan PE dengan diameter 100 mm dan panjang 350 mm.

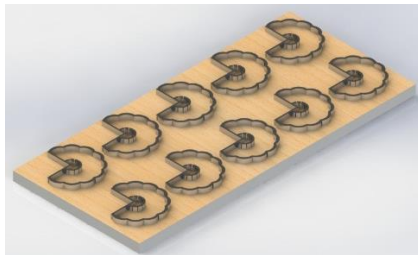
Penggunaan 2 jenis bahan tersebut telah disesuaikan dengan kondisi die cutter.



Gambar 3.5 Desain Rol

3.6 Desain die cutter

Die cutter terbuat dari papan kayu berukuran (220x580) mm, diatasnya diberi insert cutter berbentuk pola kemasan berjumlah 10 pola.



Gambar 3.6 Desain Die Cutter

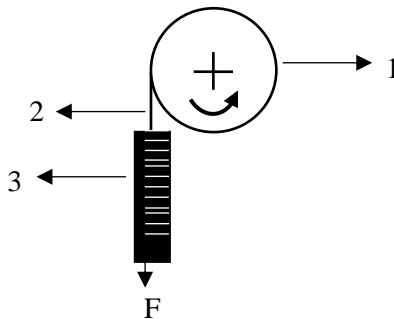
BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diahas mengenai perhitungan dan perencanaan pembuatan alat, mulai dari perhitungan elemen elemen mesin yang ada dan daya yang bekerja pada alat yang dibuat.

4.1 Pencarian Besar Gaya Pengerolan

Sebelum sebelum pemilihan motor dilakukan percobaan awal untuk mengetahui besar gaya untuk memperoleh daya motor yang dibutuhkan untuk proses pengerolan. Percobaan dilakukan dengan metode seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Pengujian Gaya Mekanis.

Keterangan :

1. sproket
2. tali
3. neraca pegas

Metode Percobaan :

Tiga tumpuk kertas karton yang akan dipress diletakkan pada die cutter, lalu die cutter diselipkan diantara kedua rol. Sementara itu untuk menggerakkan rol, dilakukan penarikan pada skproket hingga rol berputar. Hasil dari pengujian gaya mekanis didapatkan data pengujian pada tabel 4.1

Percobaan	Gaya (kgf)
1	11
2	13
3	12

Tabel 4.1 Pengujian Gaya

4.2 Perhitungan Daya

Gaya yang diperoleh dari tiga kali percobaan pengerolan :

$$F1 = 11 \text{ kgf}$$

$$F2 = 13 \text{ kgf}$$

$$F3 = 12 \text{ kgf}$$

Maka gaya yang digunakan adalah gaya maksimal dari hasil percobaan, torsi diperoleh dari :

$$T = F_{max} \times r$$

$$T = 13 \text{ kgf} \times 3,2 \text{ cm}$$

$$T = 41,6 \text{ kgf.cm}$$

Daya yang dibutuhkan :

$$T = 71620 \frac{P}{n}$$

$$41,6 \text{ kgf.cm} = 71620 \frac{P}{1400}$$

$$58240 = 71620 \cdot P$$

$$P = 0,813 \text{ HP} \text{ atau } 0,606 \text{ kW}$$

4.3 Perencanaan Rantai

Dalam sub-bab ini menjelaskan tentang perencanaan rantai yang akan digunakan untuk menggerakkan bagian-bagian yang ada dalam mesin yang akan dibuat.

4.3.1 Daya Desain

Daya perencanaan diperoleh dari :

$$Pd = fc \times P$$

Dimana :

fc = faktor koreksi

P = daya yang ditransmisikan

Dengan ini daya desain bisa didapatkan dengan :

$$Pd = fc \times P$$

$$Pd = 1 \times 0,606 \text{ kW}$$

$$Pd = 0,606 \text{ kW}$$

4.3.2 Nomor Rantai

Berdasarkan pada diagram pemilihan rantai diperoleh nomor rantai 50.

4.3.3 Perbandingan Putaran Sproket

Untuk mendapatkan putaran 2:1 maka,

$$i = \frac{2}{1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{N_{t1}}{N_{t2}}$$

Putaran pada motor (setelah dipasang speed reducer 1:50) : $n_1 = 28$, $n_2 = 56$

Jadi, direncanakan :

$$N_{t1} = 30$$

$$N_{t2} = 15$$

Rantai No. 50 ; Pitch = 15,88 mm

4.3.4 Diameter Sproket

Diameter sproket dihitung dengan menggunakan rumus :

$$D = \frac{p}{\sin(\frac{180}{Nt})}$$

Dimana :

P = pitch

Nt = jumlah gigi

Maka,

$$D_1 = \frac{p}{\sin(\frac{180}{Nt})}$$

$$D_1 = \frac{15,88 \text{ mm}}{\sin(\frac{180}{30})}$$

$$D_1 = \frac{15,88 \text{ mm}}{\sin 6}$$

$$D_1 = 131,92 \text{ mm}$$

$$D_2 = \frac{p}{\sin(\frac{180}{Nt})}$$

$$D_2 = \frac{15,88 \text{ mm}}{\sin(\frac{180}{15})}$$

$$D_2 = \frac{15,88 \text{ mm}}{\sin 12}$$

$$D_2 = 64,378 \text{ mm}$$

4.3.5 Kecepatan Rantai

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 131,92 \text{ mm} \cdot 28}{60 \cdot 1000}$$

$$V = 0,19 \text{ m/s}$$

4.3.6 Panjang Rantai

$$C = (30 - 50)P$$

$$C = (35) \times 15,88 \text{ mm}$$

$$C = 555 \text{ mm}$$

Panjang rantai dapat dicari dengan persamaan :

$$L = P \left(\frac{2 \times C}{P} + \frac{N_{t1} + N_{t2}}{2} + \frac{N_{t1} - N_{t2}}{4\pi^2 \times \frac{C}{P}} \right)$$

Dimana :

P = Pitch (mm)

C = Jarak antar poros (mm)

N_{t1} = jumlah gigi sproket penggerak

N_{t2} = jumlah sisi sproket yang digerakkan

$$L = 15,88 \text{ mm} \left(\frac{2 \times 555 \text{ mm}}{15,88 \text{ mm}} + \frac{30+15}{2} + \frac{30-15}{4.3,14^2 \times \frac{555 \text{ mm}}{15,88 \text{ mm}}} \right)$$

$$L = 15,88 \text{ mm} (69,90 + 22,5 + 0,011)$$

$$L = 1467,48 \text{ mm}$$

4.3.7 Gaya yang Terjadi pada Rantai

$$T_1 = 974000 \cdot \frac{p}{n}$$

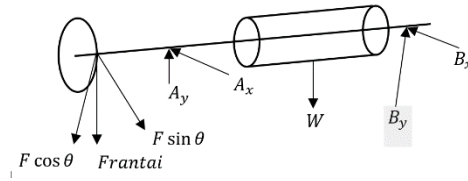
$$T_1 = 974000 \cdot \frac{0,75}{1400} = 521,78 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

$$F = \frac{T_1}{r_1}$$

$$F = \frac{521,78 \text{ kgf} \cdot \text{mm}}{75,96 \text{ mm}}$$

$$F = 6,87 \text{ kgf} \text{ atau } 67,39 \text{ N}$$

4.4 Perencanaan Poros Moving roll



Gambar 4.2 Free body diagram.

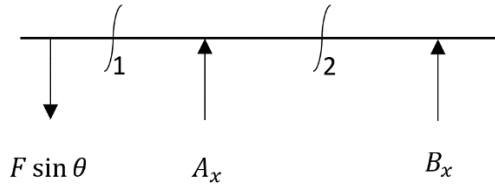
4.4.1 Bahan Poros ST 42

$$ST\ 42 = \frac{42\ kg}{mm^2}$$

$$ST\ 42 = 42 \times 0,7$$

$$ST\ 42 = 29,4 \frac{kg}{mm^2}$$

4.4.2 Gaya dan Momen pada Arah Horizontal



Gambar 4.3 Gaya momen horizontal.

$$\theta = 5^\circ$$

$$Frantai = 6,87\ kgf$$

$$Frantai = 6,87\ kgf \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$Frantai = 67,39\ N$$

Reaksi tumpuan :

$$\uparrow + \sum F_x = 0$$

$$-F \cdot \sin \theta + A_x + B_x = 0$$

$$-67,39\ N \cdot \sin 5^\circ + A_x + B_x = 0$$

$$-5,87 \text{ N} + A_x + B_x = 0$$

$$A_x + B_x = 5,87 \text{ N} \dots \dots \dots \text{pers. 1}$$

$$\curvearrowright + \sum M_B = 0$$

$$-F \cdot \sin \theta (x_1 + x_2) + A_x(x_2) = 0$$

$$-67,39 \text{ N} \cdot \sin 5^\circ (450) \text{ mm} + A_x(420) \text{ mm} = 0$$

$$-2643 \text{ N} \cdot \text{mm} + A_x(420) \text{ mm} = 0$$

$$A_x = \frac{2643 \text{ N} \cdot \text{mm}}{420 \text{ mm}}$$

$$A_x = 6,29 \text{ N} \dots \dots \dots \text{pers. 2}$$

Substitusi persamaan 1 dan 2 :

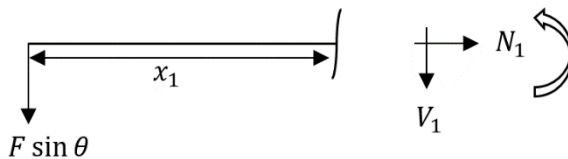
$$A_x + B_x = 5,87 \text{ N}$$

$$A_x = 6,29 \text{ N}$$

$$B_x = -0,42 \text{ N}$$

Momen bending di potongan 1-1

Potongan 1-1 ; $0 \leq x, \leq 30 \text{ mm}$



Gambar 4.4 Potongan 1-1

$$\uparrow + \sum F_x = 0$$

$$-F \cdot \sin \theta - V_1 = 0$$

$$-V_1 = F \cdot \sin \theta$$

$$-V_1 = 67,39 \text{ N} \cdot \sin 5^\circ$$

$$-V_1 = 5,873 \text{ N}$$

$$V_1 = -5,873 \text{ N}$$

$$\circlearrowleft + \sum M_B = 0$$

$$-F \cdot \sin \theta (x_1) - M_{Pot.1} = 0$$

$$M_{Pot.1} = -F \cdot \sin \theta (x_1) \text{ N}$$

$$M_{Pot.1} = -67,39 \text{ N} \cdot \sin 5^\circ (x_1)$$

$$M_{Pot.1} = -5,87 \text{ N} \cdot (x_1)$$

Jika,

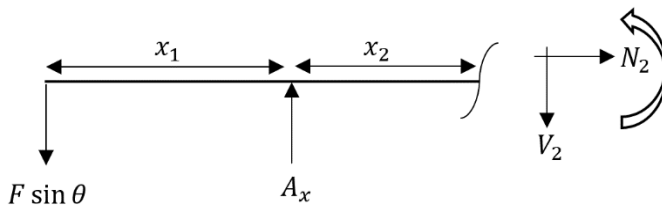
$$x_1 = 0 \text{ mm} ; \text{ maka, } M_{Pot.1} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\begin{aligned} x_2 = 20 \text{ mm} ; \text{ maka, } M_{Pot.1} &= -5,87 \text{ N} \cdot (20) \text{ mm} \\ &= -117,4 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_3 = 30 \text{ mm} ; \text{ maka, } M_{Pot.1} &= -5,87 \text{ N} \cdot (30) \text{ mm} \\ &= -176,1 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Momen bending di potongan 2-2

Potongan 2-2 ; $0 \leq x_2 \leq 420 \text{ mm}$



Gambar 4.5 potongan 2-2

$$\uparrow + \sum F_x = 0$$

$$-V_2 = F \cdot \sin \theta + A_x$$

$$-V_2 = 67,39 \text{ N} \cdot \sin 5^\circ + 6,29 \text{ N}$$

$$-V_2 = 5,87 \text{ N} + 6,29 \text{ N}$$

$$V_2 = 0,42 \text{ N}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$-F \cdot \sin \theta (30 \text{ mm} + x_2) + A_x(x_2) - M_{Pot.2} = 0$$

$$-5,87 \text{ N} \cdot (30 \text{ mm} + x_2) + 6,29 \text{ N} (x_2) - M_{Pot.2} = 0$$

$$M_{Pot.2} = -176,1 \text{ N} \cdot \text{mm} - 5,87 x_2 + 6,29 x_2$$

$$M_{Pot.2} = -176,1 \text{ N} \cdot \text{mm} + 0,42 x_2$$

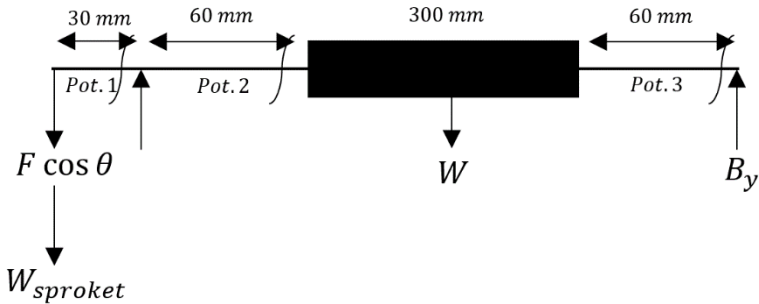
Jika,

$$x_2 = 0 \text{ mm} ; M_{Pot.2} = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\begin{aligned} x_2 = 200 \text{ mm} ; M_{Pot.2} &= -176,1 \text{ N} \cdot \text{mm} + 0,42 (200) \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= -92,1 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_2 = 420 \text{ mm} ; M_{Pot.2} &= -176,1 \text{ N} \cdot \text{mm} + 0,42 (420) \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= -176,1 \text{ N} \cdot \text{mm} + 176,4 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 0,3 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

4.4.3 Gaya dan Momen Arah Vertikal



Gambar 4.6 Gaya momen vertikal.

$$W_{rol} = 4 \text{ kg}$$

$$W_{rol} = 4 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W_{rol} = 39,24 \text{ N}$$

$$W_{sproket} = 0,5 \text{ kg}$$

$$W_{sproket} = 0,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W_{sproket} = 4,9 \text{ kg}$$

Reaksi tumpuan,

$$\uparrow + \sum F_y = 0$$

$$-F \cdot \cos \theta - W_{sproket} + A_y - W_{rol} + B_y = 0$$

$$-67,39 \text{ N} \cdot \cos 5^\circ - 4,9 \text{ N} + A_y - 39,24 \text{ N} + B_y = 0$$

$$-67,13 \text{ N} - 4,9 \text{ N} + A_y - 39,24 \text{ N} + B_y = 0$$

$$-111,27 \text{ N} + A_y + B_y = 0$$

$$A_y + B_y = 111,27 \text{ N}$$

$$\sum M_b = 0$$

$$-W_{sp}(450)mm - F \cdot \cos \theta \cdot (450)mm + A_y(420)mm - W_{rol}(210)mm = 0$$

$$-(4,9)N(450)mm - 67,13(450)N \cdot mm + A_y(420)mm - 39,24 N(210)mm = 0$$

$$-2205 N \cdot mm - 30208,5 N \cdot mm + A_y(420)mm - 8240,4 N \cdot mm = 0$$

$$A_y(420)mm - 40653,9 N \cdot mm = 0$$

$$A_y = \frac{40653,9 N \cdot mm}{420 mm}$$

$$A_y = 96,795 N$$

$$A_y + B_y = 111,27 N$$

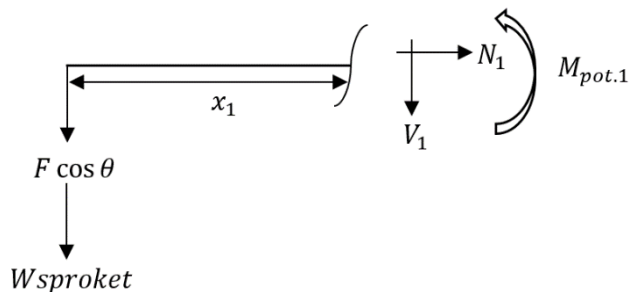
$$96,795 N + B_y = 111,27 N$$

$$B_y = 111,27 N - 96,795 N$$

$$B_y = 14,475 N$$

Momen bending potongan 1-1

$$0 \leq x_1, \leq 30 mm$$



Gambar 4.7 potongan 1-1

$$\uparrow + \sum F_y = 0$$

$$-F \cos \theta - W_{sproket} - V_1 = 0$$

$$V_1 = -F \cos \theta - W_{sproket}$$

$$V_1 = -67,39 \text{ N} \cos 5^\circ - 4,9 \text{ N}$$

$$V_1 = -72,03 \text{ N}$$

$$\curvearrowright + \sum M_b = 0$$

$$-F \cos \theta (x_1) - W_{sproket}(x_1) - M_{pot.1} = 0$$

$$M_{pot.1} = -67,13 \text{ N}(x_1) - 4,9 \text{ N}(x_1)$$

$$M_{pot.1} = -72,03 \text{ N}(x_1)$$

Jika,

$$x = 0 \text{ mm}, \text{ maka } M_{pot.1} = 0 \text{ N.mm}$$

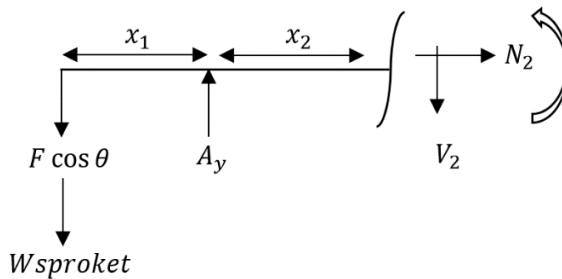
$$x = 10 \text{ mm}, \text{ maka } M_{pot.1} = -720,3 \text{ N.mm}$$

$$x = 30 \text{ mm}, \text{ maka } M_{pot.1} = -72,03 \text{ N.mm (30)}$$

$$= -2160,9 \text{ N.mm}$$

Momen bending potongan 2-2

$$0 \leq x_2 \leq 210 \text{ mm}$$



Gambar 4.8 potongan 2-2

$$\uparrow + \sum F_y = 0$$

$$-F \cos \theta - W_{sproket} + A_y - V_2 = 0$$

$$V_2 = -F \cos \theta - W_{sproket} + A_y$$

$$V_2 = -67,39 \text{ N} \cos 5^\circ - 4,9 \text{ N} + 96,795 \text{ N}$$

$$V_2 = -67,13 \text{ N} - 4,9 \text{ N} + 96,795 \text{ N}$$

$$V_2 = -24,765 \text{ N}$$

$$\curvearrowright + \sum M_b = 0$$

$$-F \cos \theta (x_1 + x_2) - Ws (x_1 + x_2) + A_y(x_2) - M_{pot.2} = 0$$

$$M_{pot.2} = -F \cos \theta (x_1 + x_2) - Ws(x_1 + x_2) + A_y (x_2)$$

$$M_{pot.2} = -67,13 \text{ N} (30\text{mm} + x_2) - 4,9 \text{ N} (30\text{mm} + x_2) + 96,795 (x_2)$$

$$M_{pot.2} = -2013,9 \text{ N} \cdot \text{mm} - 67,13 \text{ N} (x_2) - 147 \text{ N} \cdot \text{mm} - 4,9 \text{ N} (x_2) + 96,795 \text{ N} (x_2)$$

$$M_{pot.2} = -2160,9 \text{ N} \cdot \text{mm} + 24,765 \text{ N} (x_2)$$

Jika,

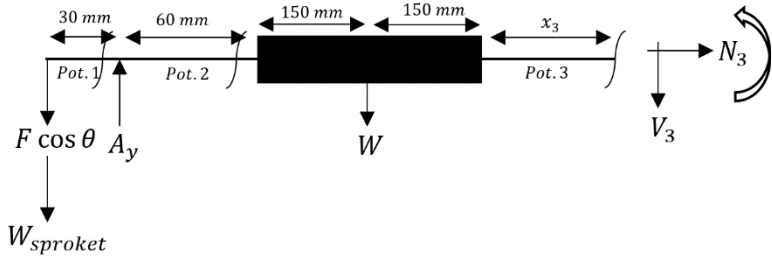
$$x_2 = 0 ; \text{ maka } M_{pot.2} = -216,09 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$x_2 = 100 \text{ mm} ; \text{ maka } M_{pot.2} = 315,6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$x_2 = 210 \text{ mm} ; \text{ maka } M_{pot.2} = 3039,75 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Momen bending potongan 3-3

$$0 \leq x_3, \leq 6$$



Gambar 4.9 potongan 3-3

$$\uparrow + \sum F_y = 0$$

$$-F \cos \theta - W_{sproket} + A_y - W - V_3 = 0$$

$$-67,39 \cos 5^\circ - 4,9 \text{ N} + 96,795 \text{ N} - 39,24 \text{ N} - V_3 = 0$$

$$V_3 = -67,13 \text{ N} - 4,9 \text{ N} + 96,795 \text{ N} - 39,24 \text{ N}$$

$$V_3 = -14,475 \text{ N}$$

$$\curvearrowright + \sum M_b = 0$$

$$-F \cos \theta (390 + x_3) - W_{sproket} (390 + x_3) + A_y (360 + x_3) - W (150 + x_3) - M_{pot.3} = 0$$

$$M_{pot.3} = -67,39 \cos 5^\circ (390 + x_3) - 4,9 \text{ N} (390 + x_3) + 96,795 \text{ N} (360 + x_3) - 39,24 \text{ N} (150 + x_3) = 0$$

$$M_{pot.3} = -67,13 \text{ N} (390 + x_3) - 1911 \text{ N} - 4,9 \text{ N} (x_3) + 34846,2 \text{ N} + 96,795 \text{ N} (x_3) - 5886 \text{ N} - 39,24 (x_3) = 0$$

$$M_{pot.3} = -26180,7 \text{ N} - 1911 \text{ N} + 34846,2 \text{ N} - 5886 \text{ N} - 67,13 \text{ N} (x_3) - 4,9 \text{ N} (x_3) + 96,795 \text{ N} (x_3) - 39,24 \text{ N} (x_3)$$

$$M_{pot.3} = 868,5 \text{ N} \cdot \text{mm} - 14,475 (x_3)$$

Jika,

$$x_3 = 0 \text{ mm, maka } M_{pot.3} = 868,5 \text{ N.mm}$$

$$x_3 = 30 \text{ mm, maka } M_{pot.3} = 434,25 \text{ N.mm}$$

$$x_3 = 60 \text{ mm, maka } M_{pot.3} = 868,5 \text{ N.mm} -$$

$$14,475 \text{ N (60mm)} = 0$$

4.4.4 Momen Terbesar :

$$M_b = \sqrt{(176,1 \text{ N.mm})^2 + (3039,7 \text{ N.mm})^2}$$

$$M_b = \sqrt{31011,21 \text{ N}^2.\text{mm}^2 + 9239776,09 \text{ N}^2.\text{mm}^2}$$

$$M_b = \sqrt{9270787,3 \text{ N}^2.\text{mm}^2}$$

$$M_b = 3044,8 \text{ N.mm}$$

$$M_b = 310,37 \text{ kgf.mm}$$

4.4.5 Momen Torsi

$$M_t = 71620 \frac{\text{N}}{\text{n}}$$

$$M_t = 71620 \frac{1}{1400}$$

$$M_t = 51,157 \text{ kgf.cm}$$

$$M_t = 511,57 \text{ kgf.mm}$$

4.4.6 Diameter Poros

$$ds \geq \sqrt[6]{\frac{(16^2 M_b^2 + 16^2 M_t^2)}{\pi^2 \left(\frac{Ks.Syp}{sf}\right)^2}}$$

$$ds \geq \sqrt[6]{\frac{(16^2(310,37 \text{ kgf.mm})^2 + 16^2(511,57 \text{ kgf.mm})^2)}{3,14^2 \left(\frac{0,8 \times 29,4 \text{ kgf/mm}^2}{3}\right)^2}}$$

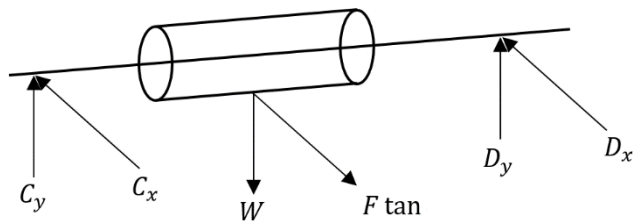
$$ds \geq \sqrt[6]{\frac{24660361,46 + 66996189,419}{606,02}}$$

$$ds \geq \sqrt[6]{\frac{91656550,86}{606,02}}$$

$$ds \geq \sqrt[6]{151243,442}$$

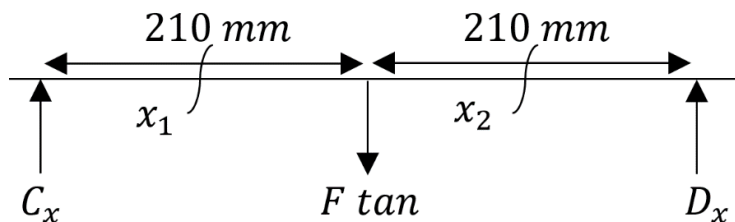
$$ds \geq 7,37 \text{ mm}$$

4.5 Perencanaan Poros pada Adjustable Roll



Gambar 4.10 Free Body Diagram.

4.5.1 Gaya dan Momen Arah Horizontal



Gambar 4.11 Gaya Momen Horizontal.

Reaksi tumpuan

$$\uparrow + \sum F_x = 0$$

$$C_x - F \tan + D_x = 0$$

$$C_x + D_x = F \tan$$

$$C_x + D_x = 13 \text{ kgf} \times 9,81 \text{ N}$$

$$C_x + D_x = 127,53 \text{ N}$$

$$F \tan = \text{gaya pengerolan} = 13 \text{ kgf}$$

$$\sum M_D = 0$$

$$C_x \cdot (x_1 + x_2) - F \tan (x_2) = 0$$

$$C_x \cdot (420 \text{ mm}) - 127,53 (210 \text{ mm}) = 0$$

$$C_x \cdot (420 \text{ mm}) = 26781,3 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$C_x = 63,765 \text{ N}$$

Substitusi persamaan 1 dan 2

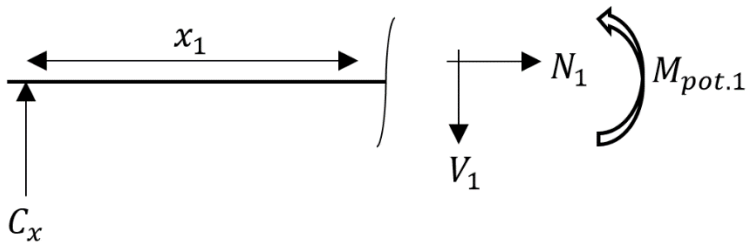
$$C_x + D_x = 127,53 \text{ N}$$

$$C_x = 63,765 \text{ N}$$

$$D_x = 63,765 \text{ N}$$

Momen bending di potongan 1-1

$$0 \leq x_1 \leq 210$$



Gambar 4.12 Potongan 1-1

$$\uparrow + \sum F_x = 0$$

$$C_x + D_x = 0$$

$$C_x = V_1$$

$$V_1 = 63,765 \text{ N}$$

$$\curvearrowright + \sum M_b = 0$$

$$C_x (x_1) - M_{pot.1} = 0$$

$$\begin{aligned} M_{pot.1} &= C_x (x_1) \\ &= 63,765 \text{ N } (x_1) \end{aligned}$$

Jika,

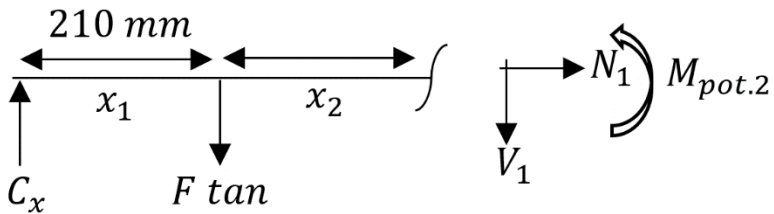
$$x_1 = 0, \text{ maka } M_{pot.1} = 0 \text{ N.cm}$$

$$\begin{aligned} x_1 = 150, \text{ maka } M_{pot.3} &= 63,765 \text{ N.} (150 \text{ mm}) \\ &= 9564,75 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_1 = 210, \text{ maka } M_{pot.3} &= 63,765 \text{ N.} (210 \text{ mm}) \\ &= 13390,65 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Momen bending di potongan 2-2

$$0 \leq x_1, \leq 210$$



Gambar 4.13 Potongan 2-2

$$\uparrow + \sum F_x = 0$$

$$C_x - F \tan + V_2 = 0$$

$$63,765 \text{ N} - 127,53 \text{ N} - V_2 = 0$$

$$V_2 = 63,765 \text{ N} - 127,53 \text{ N}$$

$$V_2 = -63,765 \text{ N}$$

$$\curvearrowright + \sum M_b = 0$$

$$C_x(x_1 + x_2) - F \tan(x_2) + M_{pot.2} = 0$$

$$M_{pot.2} = 63,765 \text{ N} (210 \text{ mm} + x_2) - 127,53(x_2)$$

$$M_{pot.2} = 13390,65 \text{ N.mm} + 63,765(x_2) - 127,53 \text{ N}$$

$$M_{pot.2} = 13390,65 \text{ N.mm} - 63,765 \text{ N} (x_2)$$

Jika,

$$x_2 = 0, \text{ maka } M_{pot.2} = 13390,65 \text{ N.cm}$$

$$x_2 = 150, \text{ maka}$$

$$M_{pot.2} = 13390,65 \text{ N.mm} - 63,765 \text{ N} (150 \text{ mm})$$

$$= 13390,65 \text{ N.mm} - 9564,75 \text{ N.mm}$$

$$= 22955,4 \text{ N.mm}$$

$$x_2 = 210, \text{ maka}$$

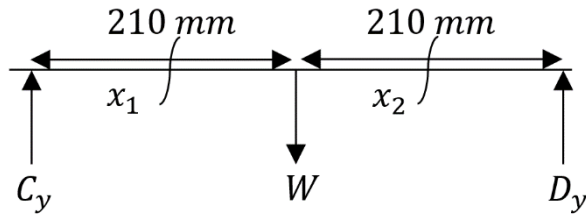
$$M_{pot.2} = 13390,65 \text{ N.mm} - 63,765 \text{ N} (210 \text{ mm})$$

$$= 13390,65 \text{ N.mm} - 13390,65 \text{ N.mm}$$

$$= 0 \text{ N.mm}$$

4.5.2 Gaya dan Momen Pada Arah Vertikal

Diketahui $m_{PE} = 2 \text{ kg}$, maka $W_{PE} = 2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 19,62 \text{ N}$



Gambar 4.14 Gaya Momen Vertikal.

Reaksi tumpuan

$$\uparrow + \sum F_y = 0$$

$$C_y - W + D_y = 0$$

$$C_y + D_y = W$$

$$C_y + D_y = 19,62 \text{ N} \dots \dots \dots \text{persamaan 1}$$

$$\curvearrowright + \sum M_D = 0$$

$$C_y(x_1 + x_2) - W(x_2) = 0$$

$$C_y(420 \text{ mm}) - 19,62 \text{ N}(210 \text{ mm}) = 0$$

$$C_y(420 \text{ mm}) - 4120,2 \text{ N} \cdot \text{mm} = 0$$

$$C_y(420 \text{ mm}) = 4120,2 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$C_y = 9,81 \text{ N} \dots \dots \dots \text{persamaan 2}$$

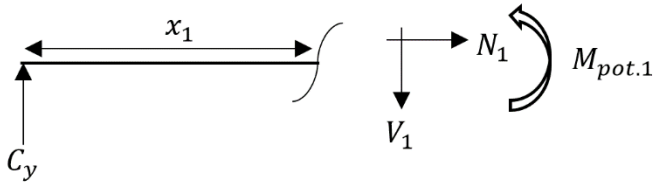
Substitusi persamaan 1 dan 2

$$C_y + D_y = 19,62 \text{ N}$$

$$\begin{array}{rcl} C_y & = & 9,81 \text{ N} \\ \hline D_y & = & 9,81 \text{ N} \end{array}$$

Momen bending di potongan 1-1

$$0 \leq x_1 \leq 210$$



Gambar 4.15 Potongan 1-1

$$\uparrow + \sum F_y = 0$$

$$C_y - V_1 = 0$$

$$V_1 = 9,81 \text{ N}$$

$$\curvearrowright + \sum M_B = 0$$

$$C_y(x_1) - M_{pot.1} = 0$$

$$M_{pot.1} = C_y(x_1)$$

$$M_{pot.1} = 9,81 \text{ N}(x_1)$$

Jika,

$$x_1 = 0, \text{ maka } M_{pot.1} = 0 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

$$x_1 = 150, \text{ maka } M_{pot.1} = 9,81 \text{ N}(150 \text{ mm})$$

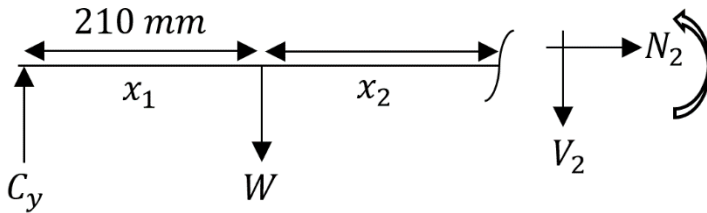
$$M_{pot.1} = 1471,5 \text{ N.mm}$$

$$x_1 = 210, \text{ maka } M_{pot.1} = 9,81 \text{ N (210 mm)}$$

$$M_{pot.1} = 2060,1 \text{ N.mm}$$

Momen bending di potongan 2-2

$$0 \leq x_1, \leq 210$$



Gambar 4.16 Potongan 2-2

$$\uparrow + \sum F_y = 0$$

$$C_y - W + V_2 = 0$$

$$+ V_2 = C_y - W$$

$$+ V_2 = 9,81 \text{ N} - 19,62 \text{ N}$$

$$+ V_2 = -9,81 \text{ N}$$

$$\curvearrowright + \sum M_B = 0$$

$$C_y(210 + x_2) - W(x_2) - M_{pot.2} = 0$$

$$M_{pot.2} = 9,81 \text{ N (210 mm)} - 9,81 \text{ N (} x_2 \text{)} - 19,62 (x_2)$$

$$M_{pot.2} = 196,2 \text{ N.mm} - 9,81 \text{ N (} x_2 \text{)}$$

Jika,

$$x_2 = 0, \text{ maka } M_{pot.2} = 196,2 \text{ N.cm}$$

$$x_2 = 150, \text{ maka } M_{pot.2} = 196,2 \text{ N.mm} - 9,81 \text{ N (150 mm)}$$

$$M_{pot.1} = 196,2 \text{ N.mm} - 1471,5 \text{ N.mm}$$

$$M_{pot.1} = -1275,3 \text{ N.mm}$$

$$x_2 = 210, \text{ maka } M_{pot.2} = 196,2 \text{ N.mm} - 9,81 \text{ N (210 mm)}$$

$$M_{pot.1} = 196,2 \text{ N.mm} - 2060,1 \text{ N.mm}$$

$$M_{pot.1} = -1863,9 \text{ N.mm}$$

4.5.3 Momen Terbesar

$$M_{h \text{ max}} = 22955,4 \text{ N.mm}$$

$$M_{v \text{ max}} = 2060,1 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} M_B &= \sqrt{(M_h)^2 + (M_v)^2} \\ &= \sqrt{(22955,4 \text{ N.mm})^2 + (2060,1 \text{ N.mm})^2} \\ &= \sqrt{526950389,2 \text{ N}^2.\text{mm}^2 + 4244012,01 \text{ N}^2.\text{mm}^2} \\ &= \sqrt{531194401,2 \text{ N}^2.\text{mm}^2} \\ &= 23047,65 \text{ N.mm} \\ &= 2349 \text{ kgf.mm} \end{aligned}$$

4.5.4 Momen Torsi

$$\begin{aligned} M_t &= F \times r_{PE} \\ &= 127,53 \text{ N} \times 45 \text{ N.mm} \\ &= 585 \text{ kgf.mm} \end{aligned}$$

4.5.5 Diameter Poros

$$ds \geq \sqrt[6]{\frac{(16^2 M_b^2 + 16^2 M_t^2)}{\pi^2 \left(\frac{ks.Syp}{sf}\right)^2}}$$

$$ds \geq \sqrt[6]{\frac{(16^2 (2349 \text{ kgf.mm})^2 + 16^2 (585 \text{ kgf.mm})^2)}{3,14^2 \left(\frac{0,8 \cdot 29,4 \text{ kgf/mm}^2}{3}\right)^2}}$$

$$ds \geq \sqrt[6]{\frac{1412557056 + 87609600}{606,02}}$$

$$ds \geq \sqrt[6]{\frac{1500166656}{606,02}}$$

$$ds \geq \sqrt[6]{2475440,83}$$

$$ds \geq 11,63 \text{ mm}$$

Maka, dipilih diameter poros atas 25 mm

4.6 Perencanaan Bantalan pada Moving Roll

Dari hasil analisa dan perhitungan poros, maka diperoleh data :

1. $D_p = 25 \text{ mm}$
2. Dalam perencanaan ini dipilih bantalan single row bearing.

Dengan harga $C_o = 2390$ dan $C = 3660$

3. Gaya bantalan pada titik A :

$$F_{ax} = 6,29 \text{ N}$$

$$F_{ay} = 96,795 \text{ N}$$

4. Gaya bantalan pada titik B :

$$F_{bx} = -0,42 \text{ N}$$

$$F_{by} = 14,475 \text{ N}$$

4.6.1 Gaya Radial

$$F_{ax} = 6,29 \text{ N}$$

$$F_{ax} = 0,64 \text{ kgf}$$

$$F_{ax} = 1,41 \text{ lbf}$$

$$F_{ay} = 96,795 \text{ N}$$

$$F_{ay} = 9,866 \text{ kgf}$$

$$F_{ay} = 21,75 \text{ lbf}$$

$$F_{bx} = -0,42 \text{ N}$$

$$F_{bx} = -0,04 \text{ kgf}$$

$$F_{bx} = -0,088 \text{ lbf}$$

$$F_{by} = 14,475 \text{ N}$$

$$F_{by} = 1,475 \text{ N}$$

$$F_{by} = 3,25 \text{ N}$$

Bantalan A,

$$Fr = \sqrt{(F_{Ax})^2 + (F_{Ay})^2}$$

$$Fr = \sqrt{(1,41)^2 \text{ lbf} + (21,75)^2 \text{ lbf}}$$

$$Fr = \sqrt{1,9881 \text{ lbf}^2 + 473,0625 \text{ lbf}^2}$$

$$Fr = \sqrt{475,05 \text{ lbf}^2}$$

$$Fr = 21,79 \text{ lbf}$$

Bantalan B,

$$Fr = \sqrt{(F_{Bx})^2 + (F_{By})^2}$$

$$Fr = \sqrt{(0,088)^2 lbf + (3,25)^2 lbf}$$

$$Fr = \sqrt{0,007744 lbf^2 + 10,5625 lbf^2}$$

$$Fr = \sqrt{10,57 lbf^2}$$

$$Fr = 3,25 lbf$$

4.6.2 Beban Ekuivalen Pada Bantalan

Bantalan menerima beban yang berkombinasi antara beban radial (Fr) dan beban aksial (Fa) karena type bantalan yang dipilih adalah single row bearing maka:

Mencari harga x dan y, dimana :

$$F_a = \text{beban aksial (lb)}$$

V = 1 (ring dalam berputar), 1,2 (ring luar berputar)

$$\frac{F_a}{V.Fr} = e$$

$$\frac{0}{1.21,79 lbf} = e$$

Karena, $\frac{F_a}{V.Fr} \leq e$, maka x = 1 dan y = 0

Beban Ekuivalen Bantalan A

$$P = V.x.Fr_A + Y.F_A$$

$$P = 1.1.21,79 lbf + 0.0 lbf$$

$$P = 21,79 lbf$$

Beban Ekuivalen Bantalan B

$$P = V.x.Fr_B + Y.F_B$$

$$P = 1.1.3,25 lbf + 0.0 lbf$$

$$P = 3,25 \text{ lbf}$$

4.6.3 Umur Bantalan

Dapat dicari menggunakan :

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

Umur Bantalan A

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

$$L_{10h} = \left(\frac{3660 \text{ lbf}}{21,79 \text{ lbf}}\right)^3 \times \frac{10^6}{60 \cdot 56}$$

$$L_{10h} = (167,97)^3 \times 297,62$$

$$L_{10h} = 4739092,29 \times 297,62$$

$$L_{10h} = 141044864 \text{ jam}$$

Umur Bantalan B

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \times \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

$$L_{10h} = \left(\frac{3660 \text{ lbf}}{3,25 \text{ lbf}}\right)^3 \times \frac{10^6}{60 \cdot 56}$$

$$L_{10h} = (1126,15)^3 \times 297,62$$

$$L_{10h} = 1428198996 \times 297,62$$

$$L_{10h} = 425060585 \text{ jam}$$

4.7 Perencanaan Bantalan pada Adjustable Roll

Dari hasil analisa dan perhitungan poros, maka diperoleh data

1. $D_p = 25 \text{ mm}$
2. Gaya bantalan pada titik C

$$F_{Cx} = 63,765 \text{ N}$$

$$F_{Cy} = 9,81 \text{ N}$$

3. Gaya bantalan pada titik D

$$F_{Dx} = 63,765 \text{ N}$$

$$F_{Dy} = 9,81 \text{ N}$$

4.7.1 Gaya Radial Bantalan

$$F_{Cx} = 63,765 \text{ N} = 6,5 \text{ kg} = 13,33 \text{ lbf}$$

$$F_{Cy} = 9,81 \text{ N} = 1 \text{ kg} = 2,2 \text{ lbf}$$

$$F_{Dx} = 63,765 \text{ N} = 65 \text{ kg} = 14,33 \text{ lbf}$$

$$F_{Dy} = 9,81 \text{ N} = 1 \text{ kg} = 2,2 \text{ lbf}$$

Bantalan C

$$\begin{aligned} Fr_C &= \sqrt{(F_{Cx})^2 + (F_{Cy})^2} \\ &= \sqrt{(14,33 \text{ lbf})^2 + (2,2 \text{ lbf})^2} \\ &= \sqrt{205,34 \text{ lbf}^2 + 4,84 \text{ lbf}^2} \\ &= \sqrt{210,18 \text{ lbf}^2} \\ &= 14,49 \text{ lbf}^2 \end{aligned}$$

Bantalan D

$$\begin{aligned} Fr_D &= \sqrt{(F_{Dx})^2 + (F_{Dy})^2} \\ &= \sqrt{(14,33 \text{ lbf})^2 + (2,2 \text{ lbf})^2} \\ &= \sqrt{205,34 \text{ lbf}^2 + 4,84 \text{ lbf}^2} \\ &= \sqrt{210,18 \text{ lbf}^2} \end{aligned}$$

$$= 14,49 \text{ lbf}^2$$

4.7.2 Beban Ekivalen pada Bantalan

Diket = Single Row

D poros = 25 mm, maka $C_o = 2390 \text{ lb}$, $C = 3660 \text{ lb}$

Mencari harga x dan y

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = e$$

$$\frac{0}{V \cdot F_r} = e$$

$$e = 0$$

Keterangan :

F_a = beban aksial (lb)

$V = 1$ (ring dalam berputar)

2 (ring luar berputar)

Karena $\frac{F_a}{V \cdot F_r} \leq e$, maka $x = 1, y = 2$

Bantalan C

$$\begin{aligned} P &= V \cdot x \cdot Fr_C + Y \cdot F_a \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 14,49 \text{ lbf} + 0 \cdot 0 \text{ lbf} \\ &= 14,49 \text{ lbf} \end{aligned}$$

Bantalan D

$$\begin{aligned} P &= V \cdot x \cdot Fr_D + Y \cdot F_a \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 14,49 \text{ lbf} + 0 \cdot 0 \text{ lbf} \\ &= 14,49 \text{ lbf} \end{aligned}$$

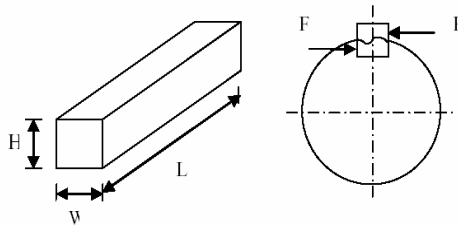
4.7.3 Umur Bantalan

Bantalan C = Bantalan D

Diketahui $b = 3$ (ball bearing)

$$\begin{aligned}
 L_{10h} &= \left(\frac{C}{P}\right)^b \frac{10^6}{60 \cdot n} \\
 &= \left(\frac{3660 \text{ lbf}}{14,49 \text{ lbf}}\right)^3 \times \frac{10^6}{60,56} \\
 &= 479621981 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4.8 Perencanaan Pasak



Gambar 4.17 Dimensi Pasak.

Dengan diameter poros 25 mm, maka didapatkan diameter poros antara $\left(\frac{15}{16} s/d 1 \frac{1}{4}\right)$ dengan tipe square (tabel pemilihan pasak).

$$W = \frac{1}{4} \text{ inch} = 6,35 \text{ mm}$$

$$H = \frac{1}{4} \text{ inch} = 6,35 \text{ mm}$$

$sf = 3$ (beban kejut rendah)

4.8.1 Bahan Pasak

Bahan pasak yang digunakan adalah baja ST37, maka :

$$\sigma_{yp} = 37 \times 0,7$$

$$\sigma_{yp} = 25,9 \text{ kg/mm}^2$$

4.8.2 Gaya pada Pasak

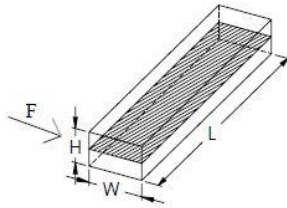
$$T = F \times r$$

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{416 \text{ kgf.mm}}{\frac{25 \text{ mm}}{2}}$$

$$F = 33,28 \text{ kg}$$

4.8.3 Panjang Pasak Ditinjau dari Tegangan Geser



Gambar 4.18 Luasan tegangan geser pada pasak.

Panjang pasak pada tegangan geser :

$$\tau_c = \frac{F}{A} = \frac{2T}{W.L.D_P}$$

$$\frac{2T}{W.L.D_P} \leq \frac{S_{yp}}{sf}$$

$$\frac{2.416 \text{ kgf.mm}}{6,35 \text{ mm} . L . 25 \text{ mm}} \leq \frac{hs.\sigma_{yp}}{3}$$

$$\frac{2496 \text{ kgf.mm}}{L . 158,75 \text{ mm}^2} \leq 0,8 . 25,9 \text{ kgf/mm}^2$$

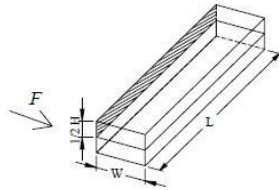
$$\frac{2496 \text{ kgf.mm}}{20,72 \text{ kg/mm}^2 . 158,75 \text{ mm}^2} \leq L$$

$$0,75 \text{ mm} \leq L$$

Maka tegangan geser pada pasak aman jika $L \geq 0,75 \text{ mm}$. Pasak pada mesin pemotong kertas digunakan panjang 45 mm .

4.8.4 Panjang Pasak Ditinjau dari Tegangan Kompresi

Tegangan kompresi yang bekerja pada pasak dihitung dengan menggunakan rumus :



$$\tau_c = \frac{F}{A} = \frac{2T}{W \cdot L \cdot D_p} = \frac{4T}{W \cdot L \cdot D}$$

Gambar 4.19 Luasan tegangan kompresi pada pasak.

Panjang pasak pada tegangan kompresi :

$$\tau_c = \frac{F}{A} = \frac{2T}{W \cdot L \cdot D_p} = \frac{4T}{W \cdot L \cdot D}$$

$$\frac{4T}{W \cdot L \cdot D} \leq \frac{S_{yp}}{sf}$$

$$\frac{S_{yp}}{W \cdot h \cdot c \cdot \sigma_{yp} \cdot D_p} \leq L$$

$$\frac{4(416 \text{ kgf} \cdot \text{mm}) \cdot 3}{6,35 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 25,9 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \cdot 25 \text{ mm}} \leq L$$

$$\frac{4992}{4111,625} \leq L$$

$$1,214 \text{ mm} \leq L$$

Maka tegangan kompresi pada pasak aman jika $L \geq 1,214 \text{ mm}$.

Pasak pada mesin pemotong kertas panjang 45 mm.

4.9 Perhitungan Kapasitas

4.9.1 Manual

- Kapasitas

- 1.200 pcs / hari (6 jam efektif)
- Waktu
 - 1 kali proses gunting = 3 menit
- Biaya Produksi

Keperluan	Jumlah (Rp)
Ongkos cutter	2.000
Bahan baku kertas	12.500
Perjalanan	10.000
Total per-hari	24.500
Total per-bulan	637.000

- Produktivitas / hari

100 lusin / hari (@lusin = 1000) = Rp. 100.000

- Keuntungan

Rp 2.600.000 – Rp 637.000 = Rp 1.963.000

4.9.2 Mesin

- Kapasitas
 - 900 pcs/jam
- Waktu
 - 1 kali proses rolling = 2 menit

- Biaya Produksi

Keperluan	Jumlah (Rp)
Listrik	7.000

Bahan baku	10.000
Biaya perawatan mesin	5.000
Perjalanan	10.000
Total perhari	32.000
Total per-bulan	832.000

➤ Produktivitas per-hari

- 225 lusin / hari (@ lusin = 1000) = Rp. 225.000

➤ Keuntungan

- Rp 5.850.000 – Rp 832.000 = Rp 5.018.000

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pendekatan perhitungan dan perencanaan pada “Rancang Bangun Mesin Pemotong Kertas Berpola dengan Sistem Rol Produk Kemasan Kue” ini diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Telah didapat rancangan Mesin Pemotong Kertas dengan dimensi P x L x T (980 x 553 x 1115) mm
2. Telah terwujud Mesin Pemotong Kertas yang sesuai dengan dimensi yang diinginkan dengan perhitungan sebagai berikut :
 - a. Untuk proses memotong kertas dengan sistem pengerolan dibutuhkan gaya pengerolan sebesar 1 3kgf.
 - b. Daya yang dibutuhkan sebesar 0,813 HP, maka dari itu motor yang digunakan adalah motor AC dengan daya 1 HP yang dilengkapi speed reducer dengan rasio 1:50 sehingga menghasilkan putaran 28 rpm.
 - c. Pada poros motor terpasang sprocket dengan diameter 131 mm dengan jumlah gigi 30 , pada poros terpasang sprocket dengan diameter 64 mm dengan jumlah gigi 15. Kedua sproket dihubungkan dengan rantai dengan nomer 50.

- d. Bahan rol yang digunakan sebagai matras adalah jenis PE yang berkualitas *food grade* dengan diameter 90mm , dan bahan rol yang digunakan sebagai penggerak adalah Baja ST. 42 dengan diameter 90mm dengan panjang 50mm.
 - e. Tipe *bearing* yang digunakan pada poros adalah tipe *single row ball bearing* untuk poros ukuran 25 mm.
 - f. Pasak yang digunakan adalah pasak *square* dengan dimensi W x H x L (6,4 mm x 6,4 mm x 45mm).
3. Telah didapat kapasitas produksi mesin pemotong kertas sebesar 900 biji kemasan per-jam dengan rata-rata satu kali proses pemotongan memakan waktu 2 menit.

5.2 Saran

- 1. Untuk penelitian kedepannya diharapkan dapat lebih dikembangkan lagi alat-alat untuk memajukan UKM-UKM kecil di daerah pedesaan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Deutschman Aaron D. 1975. Machine Design Theory And Practice, Macmillan Publishing Co, Inc, Newyork
2. Doborvolsky V . *Machine Elements* : Peace Publishers, Moscow
3. Putra, Angga Buana, Dkk. 2010. “Rancang Bangun Mesin Pemotong Kertas Dokumen”. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
4. Sularso, Kiyokatsu Suga. 2002. “Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin”, Cetakan Ke 10, PT Pradnya Paramitha, Jakarta.

LAMPIRAN 1. (Tabel Konversi)

Table F-1 Selected Units Conversion Factors

Note That These Conversion Factors (and Others) are Built Into the *TKSolver* Files *UNITMAST* and *STUDENT*

Multiply this	by	this	to get	this	Multiply this	by	this	to get	this
acceleration					mass moment of inertia				
in/sec ²	x	0.0254	=	m/sec ²	lb-in-sec ²	x	0.1138	=	N-m-sec ²
ft/sec ²	x	12	=	in/sec ²	moments and energy				
angles					in-lb	x	0.1138	=	N-m
radian	x	57.2958	=	deg	ft-lb	x	12	=	in-lb
area					N-m	x	8.7873	=	in-lb
in ²	x	645.16	=	mm ²	N-m	x	0.7323	=	ft-lb
ft ²	x	144	=	in ²	power				
area moment of inertia					HP	x	550	=	ft-lb/sec
in ⁴	x	416 231	=	mm ⁴	HP	x	33 000	=	ft-lb/min
in ⁴	x	4.162E-07	=	m ⁴	HP	x	6 600	=	in-lb/sec
m ⁴	x	1.0E+12	=	mm ⁴	HP	x	745.7	=	watts
m ⁴	x	1.0E+08	=	cm ⁴	N-m/sec	x	8.7873	=	in-lb/sec
ft ⁴	x	20 736	=	in ⁴	pressure and stress				
density					psi	x	6 894.8	=	Pa
lb/in ³	x	27.6805	=	g/cc	psi	x	6.895E-3	=	MPa
g/cc	x	0.001	=	g/mm ³	psi	x	144	=	psf
lb/ft ³	x	1 728	=	lb/in ³	kpsi	x	1 000	=	psi
kg/m ³	x	1.0E-06	=	g/mm ³	N/m ²	x	1	=	Pa
force					N/mm ²	x	1	=	MPa
lb	x	4.448	=	N	spring rate				
N	x	1.0E+05	=	dyne	lb/in	x	175.126	=	N/m
ton (short)	x	2 000	=	lb	lb/ft	x	0.08333	=	lb/in
length					stress intensity				
in	x	25.4	=	mm	MPa-m ^{0.5}	x	0.909	=	ksi-in ^{0.5}
ft	x	12	=	in	velocity				
mass					in/sec	x	0.0254	=	m/sec
blob	x	386.4	=	lb	ft/sec	x	12	=	in/sec
slug	x	32.2	=	lb	rad/sec	x	9.5493	=	rpm
blob	x	12	=	slug	volume				
kg	x	2.205	=	lb	in ³	x	16 387.2	=	mm ³
kg	x	9.8083	=	N	ft ³	x	1 728	=	in ³
kg	x	1 000	=	g	cm ³	x	0.061023	=	in ³
					m ³	x	1.0E+9	=	mm ³

LAMPIRAN 2. (Tabel Baja ST)

Simbol grup kualitas	Tipe deklasi	No. bahan	Jenis baja menurut EURONORM 25	Kadar C (%)	Kekuatan σ_B sampai 100 mm ϕ (N/mm ²)	σ_s min (N/mm ²)	δ 5 mm (%)	HB	Penggunaan
St 33-1	U	1.0033	Fe 33-0	—	340...490	190	18	—	Untuk bagian tanpa beban khusus
St 33-2	U	1.0035	—	—	340...490	190	18	—	—
St 34-1	R	1.0100	Fe 34-A	0,17	330...410	200	28	95...120	Baja tempa, mudah dikerjakan, baik untuk paku keleng dan sekrip, pelat ekstrusi dan pipa.
St 34-2	U	1.0102	Fe 34-B3PU	0,16	—	—	—	—	—
St 34-2	R	1.0108	Fe 34-B3FN	—	—	—	—	—	—
St 37-1	U	1.0110	Fe 37-A	0,20	360...440	240	25	105...125	Baja tempa, biasa dipakai untuk konstruksi mesin, untuk tangki dan kapal, mudah dilas.
St 37-2	R	1.0111	—	—	—	—	—	—	—
St 37-2	U	1.0112	Fe 37-B3PU	0,18	—	—	—	—	—
St 37-2	R	1.0114	Fe 37-B3FN	—	—	—	—	—	—
St 37-3	RR	1.0116	Fe 37-C3	0,17	—	—	—	—	—
St 42-1	U ¹	1.0130	Fe 42-A	0,25	410...490	250	22	120...140	Komponen pres dan tempa, poros be- ban sedang, batang engkol kecil, mu- dah dilas.
St 42-2	R	1.0131	—	—	—	—	—	—	—
St 42-2	U	1.0132	Fe 42-B3PU	0,25	—	—	—	—	—
St 42-2	R	1.0134	Fe 42-B3FN	—	—	—	—	—	—
St 42-3	RR	1.0136	Fe 42-C3	0,23	—	—	—	—	—
St 60-1	R	1.0530	Fe 60-1	0,25	480...580	280	20	140...170	Poros beban tinggi, batang engkol mu- dah dikerjakan, sulit dikerjakan.
St 60-2	R	1.0532	Fe 60-2	0,30	—	—	—	—	—
St 62-3	RR	1.0841	Fe 62-C3	0,2	510...610	350	22	—	Baja kontrol bangunan, mudah di- las.
St 60-1	R	1.0540	Fe 60-1	0,35	580...710	330	15	170...195	Untuk komponen pembebanan tinggi dan beban gesek, pena pasak, spindel, roda gigi, spindel, dapat dikerjakan.
St 60-2	R	1.0572	Fe 60-2	0,40	—	—	—	—	—
St 70-2	R	1.0632	Fe 70-2	0,5	690...830	360	10	195...240	Untuk komponen yang sangat keras maka as, penggilang, cekaman, dapat di- lakukan, tempa dan bisa dikerjakan.

¹ Untuk grup kualitas utama, harus mengandung kadar % P, S atau N yang rendah.

Q : Tepi yang tidak terlek; Z : batang tarik; F : tempa; Ko : untuk pipa.

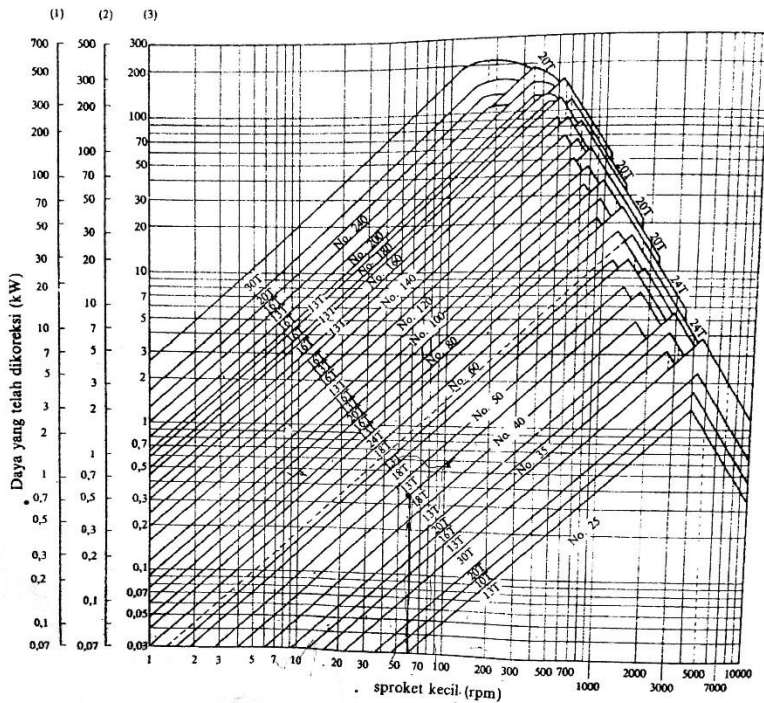
U : tidak stabil; R : stabil; RR : dituang dalam keadaan sangat stabil.

³ Harga untuk tebal ≤ 16 mm, untuk 16...40, σ_s 10 N/mm², untuk 40...100 mm, σ_s 20 N/mm² dipilih lebih rendah.

LAMPIRAN 3. (Faktor Koreksi untuk Rantai)

Tumbukan	<div> <div>Penggerak</div> <div>Pemakaian</div> </div>	Motor listrik atau turbin	Motor torak	
			Dengan transmisi hidrolik	Tanpa transmisi hidrolik
Transmisi halus	Konveyor sabuk dan rantai dengan variasi beban kecil, pompa sentrifugal dan blower, mesin tekstil umum, mesin industri umum dengan variasi beban kecil	1,0	1,0	1,2
Tumbukan sedang	Kompresor sentrifugal, propeler, konveyor dengan sedikit variasi beban, tanur otomatis, pengering, penghancur, mesin perkakas umum, alat-alat besar umum, mesin kertas umum	1,3	1,2	1,4
Tumbukan berat	Pres, penghancur, mesin pertambangan, bor minyak bumi, pencampur karet, rol, mesin penggetar, mesin-mesin umum dengan putaran dapat dibalik atau beban tumbukan	1,5	1,4	1,7

LAMPIRAN 4. (Diagram dan Tabel Pemilihan Rantai)



Gambar 4.1 Diagram pemilihan Rantai
(1) Tiga rantai
(2) Dua rantai
(3) Satu rantai

Tabel 4.2 Ukuran Umum rantai rol (ukuran mm)

No. Rantai	Jarak bagi p	Diameter Rol R	Lebar Rol W	Plat mata rantai			Dia. Pena D
				Tebal T	Lebar H	Lebar h	
40	12,70	7,94	7,95	1,5	12,0	10,4	3,97
50	15,88	10,16	9,53	2,0	15,0	13,0	5,09
60	19,05	11,91	12,70	2,4	18,1	15,6	5,96

(Sumber : Sularso, 2004)

LAMPIRAN 5. (Beban Equivalen Bearing)

Lampiran IV : Beban Equivalen Bearing

Factor X and Y for Ball and Roller Bearings

Contact angular α , deg	(i.Fa/Co)	Single-Row Bearing		Double-Row Bearing				e
		(Fa/V.Fr) > e		(Fa/V.Fr) < e		(Fa/V.Fr) > e		
		X	Y	X	Y	X	Y	
Radial Contact Ball Bearing								
	0,014	0,56	2,30	1	0	0,56	2,30	0,19
	0,028		1,99				1,99	0,22
	0,056		1,71				1,71	0,26
	0,084		1,55				1,55	0,28
	0,110		1,45				1,45	0,30
	0,170		1,31				1,31	0,34
	0,280		1,15				1,15	0,38
	0,420		1,04				1,04	0,42
	0,560		1,00				1,00	0,44
Anguler Contact Ball Bearing								
5	0,014	0,56	2,30	Use X, Y and e evaluates applicable to single- row radial contact bearing	2,78	0,78	3,74	0,23
	0,028		1,99		2,40		3,23	0,26
	0,056		1,71		2,07		2,78	0,30
	0,085		1,55		1,87		2,52	0,34
	0,110		1,45		1,75		2,36	0,36
	0,170		1,31		1,58		2,13	0,40
	0,280		1,15		1,39		1,87	0,45
	0,420		1,04		1,26		1,69	0,50
	0,560		1,00		1,21		1,63	0,52
10	0,014	0,46	1,88	1,0	2,18	0,75	2,30	0,19
	0,029		1,71		1,98		1,99	0,22
	0,057		1,52		1,76		1,71	0,26
	0,086		1,41		1,63		1,55	0,28
	0,110		1,34		1,55		1,45	0,30
	0,170		1,23		1,42		1,31	0,34
	0,290		1,10		1,27		1,15	0,38
	0,430		1,01		1,17		1,04	0,42
	0,570		1,00		1,16		1,00	0,44

Catatan :

(Fa/V.Fr) = e, maka : X = 1 dan Y = 0 (Single-row Bearing)

Sumber : Deutschman, 1975

LAMPIRAN 6. (Dimensi Standart Roll Bearing Dan Gaya Dinamis Bearing)

Standar dimensions and load rating of Radial Rolling Bearing
(Co = basic static load ,lb ; C = basic dynamic load rating, lb)

Bearing		Outside		Max	Dimension Series 03												Cylindrical Roller Bearing		Spherical Roller Bearing
Bore, d	Dia. D	Fillet Radius	in		Width	Self aligning Ball Bearing		Single Row Deep Groove Ball Bearing		Angular Contact Sleep angle Ball Bearing									
mm	mm				B mm	Co	C	Co	C	Co	C	Co	C	Co	C	Co			
4	16	0,012			5														
5	19	0,012			6														
6																			
7																			
8																			
9																			
10	35	0,024			11			845	1400										
12	37	0,039			12	530	1630	1040	1680										
15	42	0,039			13	590	1650	1220	1960										
17	47	0,039			14	820	2170	1470	2340										
20	52	0,039			15	900	2150	1750	2750	1920	3000								
25	62	0,039			17	1350	3110	2390	3660	2870	4220	2870	5130	6000	6700				
30	72	0,039			19	1740	3700	3340	4850	3840	5370	3940	6760	8500	9500				
35	80	0,059			21	2210	4350	4020	5750	4620	6340	5370	8830	9800	10800				
40	90	0,059			23	2740	5110	5020	7040	5770	7740	6340	10300	12900	13700				
45	100	0,059			25	3580	6600	6730	9120	7730	10100	9030	14200	17300	17000				
50	110	0,079			27	3930	7510	8010	10700	9200	11800	11100	17000	18300	19300				

Sumber : Deutschman, 1975

LAMPIRAN 7. (Dimensi Tipe Pasak Datar)

Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, in	Bottom of Key-ways in Opposite side of Shaft, S	Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, in	Bottom of Key-ways in Opposite Side of Shaft, S	Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, in	Bottom of Key-ways in Opposite side of Shaft, S	Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, in	Bottom of Key-ways in Opposite Side of Shaft, S
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	0.430	$1\frac{7}{16}$	$\frac{3}{8}$	1.225	$3\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$	2.021	$3\frac{7}{8}$	1	3.309
$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	0.493	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	1.289	$3\frac{7}{16}$	$\frac{5}{8}$	2.034	$3\frac{15}{16}$	1	3.373
$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{16}$	0.517	$1\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$	1.352	$3\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	2.143	4	1	3.437
$1\frac{1}{16}$	$\frac{3}{16}$	0.581	$1\frac{5}{8}$	$\frac{3}{8}$	1.416	$3\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	2.275	$4\frac{1}{4}$	1	3.690
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{16}$	0.644	$1\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	1.479	$3\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	2.402	$4\frac{7}{16}$	1	3.831
$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	0.708	$1\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	1.542	$3\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	2.450	$4\frac{1}{2}$	1	3.944
$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	0.771	$1\frac{13}{16}$	$\frac{1}{2}$	1.627	$3\frac{15}{16}$	$\frac{3}{4}$	2.514	$4\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	4.042
$1\frac{5}{8}$	$\frac{1}{4}$	0.796	$1\frac{7}{8}$	$\frac{1}{2}$	1.591	4	$\frac{3}{4}$	2.577	$4\frac{15}{16}$	$1\frac{1}{4}$	4.232
$1\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	0.859	$1\frac{15}{16}$	$\frac{1}{2}$	1.655	$3\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	2.704	5	$1\frac{1}{4}$	4.296
$1\frac{7}{8}$	$\frac{1}{4}$	0.923	2	$1\frac{1}{2}$	1.718	$3\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	2.831	$5\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	4.550
$2\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	0.956	$2\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{2}$	1.782	$3\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	2.880	$5\frac{7}{16}$	$1\frac{1}{4}$	4.740
$2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	1.049	$2\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	1.845	$3\frac{7}{16}$	$\frac{7}{8}$	2.944	$5\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	4.803
$2\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	1.112	$2\frac{3}{16}$	$\frac{1}{2}$	1.909	$3\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	3.007	$5\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	4.900
$2\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	1.137	$2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1.972	$3\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	3.140	$5\frac{15}{16}$	$1\frac{1}{2}$	5.091
$2\frac{3}{4}$	$\frac{5}{16}$	1.301	$2\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$	1.957	$3\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	3.261	6	$1\frac{1}{2}$	5.155

LAMPIRAN 8. (Dokumentasi)







Penulis bernama lengkap Harisya Prayekti Dewi Mutamasitoh, dilahirkan di Mojokerto, 28 Januari 1997, anak pertama dari pasangan Ir. Prayitno dan Siti Mujianah. Beralamat di Ds. Kesamben RT/RW 001/006, Kec. Kesamben, Kab. Jombang. Pendidikan formal pertama di SDN Kesamben II, SMPN 3 Peterongan, dan SMA Darul Ulum II Jombang. Kemudian melanjutkan studi di departemen teknik mesin industri kerjasama disnakertrans pro. Jawa timur FV-ITS dengan nomor registrasi 10211500010010.



Penulis bernama lengkap Aulia Widya Gumilang, dilahirkan di Madiun, 23 Juni 1997, anak kedua dari pasangan Ir. Tri Yunianto dan Sri Saptarini. Beralamat di Ds. Babadan RT/RW 002/008, Kec. Wonosari, Kab. Klaten. Pendidikan formal pertama di SD Muhammadiyah Program Khusus Surakarta, SMPN 1 Surakarta, dan SMAN 7 Surakarta. Kemudian melanjutkan studi di departemen teknik mesin industri kerjasama disnakertrans pro. Jawa timur FV-ITS dengan nomor registrasi 10211500010019.